

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 25 422 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 04 L 12/40
H 04 L 12/64

⑦1 Aktenzeichen: 197 25 422.5
⑦2 Anmeldetag: 16. 6. 97
④3 Offenlegungstag: 17. 12. 98

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Pott, Ekkehard, 80689 München, DE; Boets,
Wilfried, Königshooikt, BE

⑤6 **Entgegenhaltungen:**

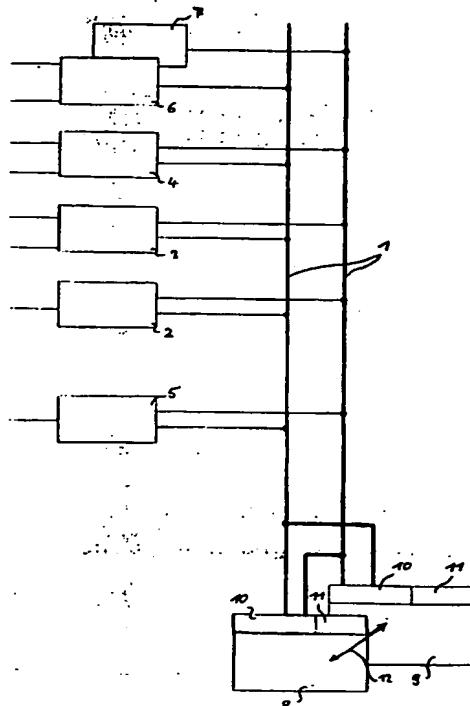
EP	05 95 392 A1
EP	05 23 874 A2
WO	97 10 653 A1
WO	96 17 453 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Bussystem für ein digitales Kommunikationsnetz und Verfahren zur Steuerung eines derartigen Bussystems

⑤7 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bussystem für ein digitales Kommunikationsnetz mit einem Bus (1) aus mehreren Gruppen von Leitungen zum Übertragen digitaler Signale, mehreren Schnittstellen zum Anschluß von Zugriffseinheiten an den Bus, und zumindest eine Steuereinheit (8) zur Steuerung der Signalübertragung zwischen der Steuereinheit (8) und angeschlossenen Zugriffseinheiten bzw. zwischen angeschlossenen Zugriffseinheiten (8, 9), wobei jede Schnittstelle sowohl für den Anschluß einer Daten im synchronen Transfermodus übertragenden ST-Zugriffseinheit (3) als auch für den Anschluß einer Daten im asynchronen Transfermodus übertragenden AT-Zugriffseinheit (2) ausgelegt ist, und eine erste Gruppe von Leitungen (13) zur Übertragung von Daten innerhalb von aus Zeitschlitzten zusammengesetzten Pulsrahmen einer festen Länge vorgesehen ist, wobei die Pulsrahmen jeweils in einen ersten Container zur Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus und einen zweiten Container zur Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus unterteilt sind. Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Übertragung von Signalen in einem Bussystem eines digitalen Kommunikationsnetzes mit einem Bus (1) aus mehreren Gruppen von Leitungen zum Übertragen digitaler Signale, mehreren Schnittstellen zum Anschluß von Zugriffseinheiten (2, 3) an den Bus (1), und zumindest einer Steuer-Schnittstelle, an der eine Steuereinheit zur Steuerung der Signalübertragung zwischen der ...



DE 197 25 422 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bussystem für ein digitales Kommunikationsnetz gemäß dem Oberbegriff des beigefügten Anspruches 1 und ein Verfahren zur Übertragung von Signalen in einem Bussystem eines digitalen Kommunikationsnetzes gemäß dem Oberbegriff des beigefügten Anspruches 13.

Ein derartiges Bussystem für ein digitales Kommunikationsnetz und ein derartiges Verfahren zur Übertragung von Signalen in einem Bussystem eines digitalen Kommunikationsnetzes sind aus dem Stand der Technik bekannt. Das Bussystem umfaßt dabei einen Bus aus mehreren Gruppen von Leitungen zum Übertragen digitaler Signale, mehrere Schnittstellen zum Anschluß von Zugriffseinheiten an den Bus und zumindest eine Steuereinheit zur Steuerung der Signalübertragung zwischen der Steuereinheit und angeschlossenen Zugriffseinheiten bzw. zwischen angeschlossenen Zugriffseinheiten.

Es gibt zwei grundlegende Prinzipien für die Übertragung von Signalen einschließlich von Daten in digitalen Kommunikationsnetzen, nämlich den synchronen Transfermodus (ST) und den asynchronen Transfermodus (AT). Zum synchronen Transfermodus gehören alle Verfahren der digitalen Übertragung von Signalen mit der plesiochronen Digitalhierarchie und der synchronen Digitalhierarchie sowie alle digitalen Verfahren der Leitungsvermittlung. Charakteristisch für den synchronen Transfermodus ist ein fester Zeitabstand zwischen den innerhalb eines Rahmens angeordneten verschiedenen Kanälen, die durch Zeitschlitzte gebildet sind, und weiterhin die Synchronisation des Rahmens durch ein Rahmensynchronwort. Jeder Zeitschlitz bzw. Kanal hat einen anderen festen zeitlichen Abstand zum Synchronisationskanal bzw. Rahmenkopf und dieser Abstand ist gleichzeitig die Adresse des Kanals. Jeder Zeitschlitz enthält in der Regel eine feststehende Anzahl von Bits, in der Regel 8 Bits. Jeder Rahmen und damit jeder Zeitschlitz erscheint in gleichbleibendem Abstand, beispielsweise bei einer Rahmentaktfrequenz von 8 MHz 8000 Mal in der Sekunde. Die meisten herkömmlichen digitalen Kommunikationsnetze und damit auch deren Bussysteme werden auf der Basis des synchronen Transfermodus betrieben.

Wesentlich flexibler als der synchrone Transfermodus ist dagegen der asynchrone Transfermodus. An die Stelle der Zeitschlitzte des synchronen Transfermodus treten im asynchronen Transfermodus sogen. Zellen, die nicht nur ein Oktett von Bits wie die Zeitschlitzte des synchronen Transfermodus, sondern z. B. bis zu 48 Oktetts als Nutzinformation enthalten können. Am Anfang einer derartigen Zelle befindet sich ein Kopf, der die Adressinformationen zur Kennzeichnung der Zelle enthält. Über diesen Kopf lassen sich die entsprechenden Zellen bestimmten Verbindungen zuordnen. Die Zellen müssen damit nicht mehr in gleichbleibendem Abstand zu synchronisierenden Kanälen wie im synchronen Transfermodus transportiert werden. Im asynchronen Transfermodus lassen sich unterschiedliche Bitraten durch unterschiedlich häufiges Aussenden von Zellen realisieren. Alle Zellen sind im Netz in gleicher Weise übertragungstechnisch und vermittlungstechnisch zu behandeln, unabhängig davon, ob sie häufig oder selten gesendet werden. Damit ist ein einziges Netz einheitlicher Technik für die verschiedensten Bitraten möglich.

Das grundsätzliche Funktionsprinzip des asynchronen Transfermodus beruht auf einer Datenübertragung über virtuelle Verbindungen. Dabei wird eine virtuelle Verbindung aufgebaut, zur Kommunikation genutzt und wieder abgebaut, ist jedoch nicht ständig als Leitung durchgeschaltet, sondern lediglich als Verbindung durchgehend gekenn-

zeichnet. Das Kennzeichen einer virtuellen Verbindung zwischen zwei Teilnehmern eines auf dem asynchronen Transfermodus basierenden digitalen Kommunikationsnetzes ist eine logische Kanalnummer, die beim Verbindungsaufbau für jede Teilverbindung getrennt vergeben wird und die auch jede Zelle mit sich trägt. Die logische Kanalnummer wird einer an das Kommunikationsnetz angeschlossenen Zugriffseinheit nur für die Dauer der Verbindung zugeordnet, im allgemeinen wechselt diese Nummer von Verbindung zu Verbindung, da beim Verbindungsaufbau immer der nächste freie logische Kanal benutzt wird. Die Vergabe der logischen Kanalnummer in einem Bussystem erfolgt durch eine entsprechende Steuereinheit.

Herkömmliche digitale Kommunikationsnetze bzw. Bussysteme für digitale Kommunikationsnetze können Signale bzw. Daten entweder ausschließlich im synchronen Transfermodus oder ausschließlich im asynchronen Transfermodus übertragen. Bei der Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus ist dabei ein wesentlich geringerer steuer- und vermittlungstechnischer Aufwand notwendig, als bei der Übertragung von Signalen im asynchronen Transfermodus. Die Übertragung im asynchronen Transfermodus dagegen ermöglicht die Übertragung von Signalen auch mit unterschiedlichen Bitraten in sehr flexibler Art und Weise. Es gibt jedoch weder ein Bussystem noch ein Verfahren zur Übertragung von Signalen in einem Bussystem, die eine Übertragung von Signalen sowohl im synchronen als auch im asynchronen Transfermodus erlauben und damit die Vorteile beider Übertragungsmöglichkeiten in sich vereinen.

Damit ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Bussystem für ein digitales Kommunikationsnetz gemäß dem Oberbegriff des beigefügten Anspruches 1 und ein Verfahren zur Übertragung von Signalen in einem Bussystem gemäß dem Oberbegriff des beigefügten Anspruches 13 bereit zustellen, die eine Übertragung von Signalen sowohl im synchronen als auch im asynchronen Transfermodus erlauben.

Diese Aufgabe wird durch ein Bussystem für ein digitales Kommunikationsnetz mit den Merkmalen des beigefügten Anspruches 1 und ein Verfahren zur Übertragung von Signalen in einem Bussystem gemäß den Merkmalen des beigefügten Anspruches 13 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Das erfindungsgemäße Bussystem für ein digitales Kommunikationsnetz umfaßt dabei einen Bus aus mehreren Gruppen von Leitungen zum Übertragen digitaler Signale, mehrere Schnittstellen zum Anschluß von Zugriffseinheiten an den Bus und zumindest eine Steuereinheit zur Steuerung der Signalübertragung zwischen der Steuereinheit und der angeschlossenen Zugriffseinheiten bzw. zwischen angeschlossenen Zugriffseinheiten, wobei jede Schnittstelle sowohl für den Anschluß einer Daten im synchronen Transfermodus übertragenden (ST-) Zugriffseinheit als auch für den Anschluß einer Daten im asynchronen Transfermodus übertragenden (AT-) Zugriffseinheit ausgelegt ist, und eine erste Gruppe von Leitungen zur Übertragung von Daten innerhalb von aus Zeitschlitzten zusammengesetzten Pulsrahmen einer festen Länge vorgesehen ist. Dabei sind die Pulsrahmen jeweils in einen ersten Container zum Übertragen von Daten im synchronen Transfermodus und einen zweiten Container zum Übertragen von Daten im asynchronen Transfermodus unterteilt.

Vorteilhafterweise ist die Steuereinheit derart ausgelegt, daß sie dem ersten Container in jedem Pulsrahmen feste Zeitschlitzte für angeschlossene ST-Zugriffseinheiten und dem zweiten Container auf Anforderung von angeschlosse-

nen AT-Zugriffseinheiten Zeitschlitz zuordnet, die dem ersten Container nicht zugeordnet sind oder von ihm nicht benötigt werden. Vorteilhafterweise ist die Steuereinheit weiterhin derart ausgestaltet, daß sie die erste Gruppe von Leitungen beim Übertragen von Daten im synchronen Transfermodus in zwei Hälften unterteilt, wobei in beiden Hälften der gleiche Zeitschlitz der gleichen Zugriffseinheit zugeordnet ist, so daß beide Hälften die gleichen Daten übertragen. Dabei kann jede Hälfte mehrere Paritätsleitungen zum Übertragen von Paritätsbits umfassen, wobei die Steuereinheit bzw. die jeweilige Zugriffseinheit bei Detektion eines Paritätsfehlers in einer Hälfte die Daten von der jeweils anderen Hälfte empfängt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Steuereinheit derart ausgestaltet, daß sie die erste Gruppe von Leitungen beim Übertragen von Daten im asynchronen Transfermodus in zwei Hälften unterteilt, wobei in beiden Hälften der gleiche Zeitschlitz der gleichen Zugriffseinheit zugeordnet ist, so daß beide Hälften die gleichen Daten übertragen. Alternativ zu dieser Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann die Steuereinheit aber auch derart ausgestaltet sein, daß sie beim Übertragen von Daten im asynchronen Transfermodus die zu übertragenden Daten auf die gesamte erste Gruppe von Leitungen verteilt, wobei die erste Gruppe mehrere Leitungen zur Übertragung von Fehlerdetektions- und Korrekturdaten umfaßt und die Steuereinheit die Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus beim Auftreten eines ernsthaften Fehlers auf die Hälfte der Leitungen der ersten Gruppe reduziert.

Weiterhin kann die erste Gruppe von Leitungen zumindest eine Leitung zur Übertragung eines Busbetriebssignales aufweisen, das von einer angeschlossenen AT-Zugriffseinheit erzeugt wird und das Ende der Übertragung von Daten durch diese Zugriffseinheit kennzeichnet. Vorteilhafterweise kann eine zweite Gruppe von Leitungen zur Übertragung von Anforderungssignalen innerhalb von aus Zeitschlitz zusammengesetzten Pulsrahmen einer festen Länge vorgesehen sein, wobei jeder im Bussystem vorgesehenen Schnittstelle in jedem Pulsrahmen bestimmte Zeitschlitz zugeordnet sind, in denen an den entsprechenden Schnittstellen angeschlossene AT-Zugriffseinheiten der Steuereinheit Anforderungssignale zur Zuordnung eines zweiten Containers übermitteln können. Vorteilhafterweise ist weiterhin eine dritte Gruppe von Leitungen zum Übertragen von Steuersignalen zur Steuerung angeschlossener Zugriffseinheiten und deren Schnittstellen vorgesehen. Dabei kann die dritte Gruppe Rückstauleitungen umfassen, die bei der Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus zur Übertragung von Signalen dienen, mit denen die Übertragung von Daten verschiedener Prioritätsstufen gesteuert wird.

Vorteilhafterweise ist weiterhin eine vierte Gruppe von Leitungen zur Übertragung von Signalen vorgesehen, wobei zumindest je eine dieser Leitungen zur Übertragung eines Pulsrahmen-Taktes und eines Zeitschlitz-Taktes von der Steuereinheit zu den angeschlossenen Zugriffseinheiten und zumindest eine dieser Leitungen zur Übertragung eines Referenz-Taktes von den angeschlossenen Zugriffseinheiten zur Steuereinheit dient. In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Bussystems ist eine zweite Steuereinheit vorgesehen, deren Aufbau dem der ersten Steuereinheit entspricht und die bei einer Fehlfunktion der ersten Steuereinheit deren Aufgaben übernimmt.

In dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Übertragung von Signalen in einem Bussystem eines digitalen Kommunikationsnetzes mit einem Bus aus mehreren Gruppen von Leitungen zum Übertragen digitaler Signale, mehreren

Schnittstellen zum Anschluß von Zugriffseinheiten an den Bus und zumindest einer Steuer-Schnittstelle, an der eine Steuereinheit zur Steuerung der Signalübertragung zwischen der Steuereinheit und der angeschlossenen Zugriffseinheiten bzw. zwischen angeschlossenen Zugriffseinheiten 5
angeschlossen werden kann, wobei jede Schnittstelle sowohl für den Anschluß einer Daten im synchronen Transfermodus übertragenen (ST) Zugriffseinheit als auch für den Anschluß einer Daten im asynchronen Transfermodus übertragenen (AT)-Zugriffseinheit ausgelegt ist, werden Daten 10
in einer ersten Gruppe von Leitungen innerhalb von aus Zeitschlitz zusammengesetzten Pulsrahmen einer festen Länge übertragen, wobei die Pulsrahmen jeweils in einen ersten Container zur Übertragung von Daten im synchronen 15
Transfermodus und einen zweiten Container zum Übertragen von Daten im asynchronen Transfermodus unterteilt werden.

Vorteilhafterweise werden dem ersten Container in jedem Pulsrahmen feste Zeitschlitz für angeschlossene ST-Zugriffseinheiten und dem zweiten Container auf Anforderung 20
von angeschlossenen AT-Zugriffseinheiten Zeitschlitz zugeordnet, die dem ersten Container nicht zugeordnet worden sind oder von ihm nicht benötigt werden. In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die 25
erste Gruppe von Leitungen beim Übertragen von Daten im synchronen Transfermodus in zwei Hälften unterteilt, wobei in beiden Hälften der gleiche Zeitschlitz der gleichen Zugriffseinheit zugeordnet wird, so daß in beiden Hälften die gleichen Daten übertragen werden. Dabei kann jede Hälfte 30
mehrere Paritätsleitungen zum Übertragen von Paritätsbits umfassen, wobei von einer angeschlossenen Steuereinheit bzw. einer jeweiligen Zugriffseinheit bei Detektion eines Paritätsfehlers in einer Hälfte die Daten von der jeweils anderen Hälfte empfangen werden.

Weiterhin kann die erste Gruppe von Leitungen zum Übertragen von Daten im asynchronen Transfermodus in 35
zwei Hälften unterteilt werden, wobei in beiden Hälften der gleiche Zeitschlitz der gleichen Zugriffseinheit zugeordnet wird, so daß von beiden Hälften die gleichen Daten übertragen werden. Alternativ dazu können beim Übertragen von 40
Daten im asynchronen Transfermodus die zu übertragenden Daten auf die gesamte erste Gruppe von Leitungen verteilt werden, wobei die erste Gruppe mehrere Leitungen zum Übertragen von Fehlerdetektions- und Korrekturdaten umfaßt und die Übertragung von Daten im asynchronen 45
Transfermodus beim Auftreten eines ernsthaften Fehlers auf die Hälfte der Leitungen der ersten Gruppe reduziert wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zumindest in einer Leitung 50
der ersten Gruppe ein Busbetriebssignal übertragen, das von einer AT-Zugriffseinheit erzeugt wird und das Ende der Übertragung von Daten durch diese Zugriffseinheit kennzeichnet. Vorteilhafterweise werden weiterhin in einer zweiten Gruppe von Leitungen Anforderungssignale innerhalb 55
von aus Zeitschlitz zusammengesetzten Pulsrahmen einer festen Länge übertragen, wobei jeder im Bussystem vorgesehenen Schnittstelle in jedem Pulsrahmen bestimmte Zeitschlitz zugeordnet werden, in denen von an den entsprechenden Schnittstellen angeschlossenen AT-Zugriffseinheiten 60
Anforderungssignale zur Zuordnung eines zweiten Containers übermittelt werden können.

Vorteilhafterweise werden in einer dritten Gruppe von Leitungen Steuersignale zur Steuerung angeschlossener Zugriffseinheiten und ihrer Schnittstellen übertragen. Dabei 65
können in der dritten Gruppe von Leitungen bei der Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus weiterhin Rückstau-Signale übertragen werden, mit denen die Übertragung von Daten verschiedener Prioritätsstufen gesteuert

wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden in einer vierten Gruppe von Leitungen Taktsignale übertragen, wobei in zumindest je einer dieser Leitungen ein Pulsrahmen-Takt und ein Zeitschlitz-Takt von einer angeschlossenen Steuereinheit zu angeschlossenen Zugriffseinheiten und zumindest in einer dieser Leitungen ein Referenz-Takt von den angeschlossenen Zugriffseinheiten zur angeschlossenen Steuereinheit übertragen werden.

Weiterhin kann der Bus eine zweite Steuer-Schnittstelle zum Anschluß einer zweiten Steuereinheit aufweisen, deren Aufbau dem der ersten Steuereinheit entspricht, wobei eine angeschlossene zweite Steuereinheit bei einer Fehlfunktion der ersten Steuereinheit deren Aufgaben übernimmt.

Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Bussystems,

Fig. 2 eine genauere Darstellung des Bussystems von Fig. 1,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Pulsrahmens für die ausschließliche Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Pulsrahmens für die ausschließliche Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus,

Fig. 5 eine schematische Darstellung von im asynchronen Transfermodus übertragenen Datenpaketen,

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Pulsrahmens zur Übertragung von Daten im synchronen und im asynchronen Transfermodus,

Fig. 7 eine schematische Darstellung des Aufbaus von Zeitschlitzten für im synchronen Transfermodus übertragenen Daten,

Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Zeitschlitzes für Steuerdaten,

Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Alternative für Zeitschlitzte für Steuerdaten,

Fig. 10 eine schematische Darstellung mehrerer Pulsrahmen mit einem speziellen Pulsrahmen,

Fig. 11 eine schematische Darstellung eines Pulsrahmens und eines Zeitschlitzes für Anforderungsdaten,

Fig. 12 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Bussystems mit Abschalt- und Anwesenheitsleitungen,

Fig. 13 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Bussystems mit Taktleitungen,

Fig. 14 eine schematische Darstellung einer Anordnung zur Paritätsfehlererkennung in dem erfindungsgemäßen Bussystem,

Fig. 15 eine schematische Darstellung von Signalverläufen zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 16 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Bussystems zur Erläuterung des Anschlusses zusätzlicher Zugriffseinheiten während des Betriebes,

Fig. 17 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Bussystems mit Rückstauleitungen, und

Fig. 18 eine genauere Darstellung des in Fig. 17 gezeigten Bussystems.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Bussystems. Das Bussystem umfaßt dabei einen Bus 1 aus einer Anzahl von Leitungen zum Übertragen digitaler Signale, mehrere angeschlossene Zugriffseinheiten 2, 3, 4, 5, 6 und 7 sowie zwei angeschlossene Steuereinheiten 8 und 9. Die Zugriffseinheiten 2 bis 7 sind dabei in entsprechende Schnittstellen einer Busgrundplatte eingesteckt.

Auch die Steuereinheiten 8 und 9 können in entsprechende Steuer-Schnittstellen eingesteckt sein, oder auch ständig mit dem Bus in Verbindung stehen.

In dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel ist die Zugriffseinheit 2 eine Zugriffseinheit, die Daten im asynchronen Transfermodus überträgt, während die Zugriffseinheiten 3 und 4 Daten im synchronen Transfermodus übertragen. Die Schnittstellen für den Anschluß der Zugriffseinheiten an die Busgrundplatte sind dabei sowohl für den Anschluß von Daten im synchronen Transfermodus übertragenen (ST)-Zugriffseinheiten 3, 4 als auch für den Anschluß von Daten im asynchronen Transfermodus übertragenen (AT)-Zugriffseinheiten ausgelegt. Die in Fig. 1 dargestellte Zugriffseinheit 5 ist eine Zugriffseinheit, die die Verbindung zu einem Umschaltnetzwerk für den asynchronen Transfermodus herstellt und die beiden Zugriffseinheiten 6 und 7 dienen zum Zeitschlitztausch. Der Bus 1 ist in zwei Hälften unterteilt, wobei jede der Zugriffseinheiten 2 bis 5 mit jeweils beiden Hälften verbunden ist. Die beiden Zugriffseinheiten 6 und 7 sind jeweils nur mit einer Hälfte des Busses 1 verbunden. Beide Steuereinheiten 8 und 9 sind ebenfalls jeweils mit beiden Hälften des Busses 1 verbunden. Die beiden Steuereinheiten 8 und 9 sind im wesentlichen gleich aufgebaut und weisen jeweils ein Buszugriffs-Steurelement 10 und eine Taktierzeugungseinheit 11 auf. Bei der Übertragung von Signalen zwischen angeschlossenen Zugriffseinheiten bzw. zwischen angeschlossenen Zugriffseinheiten und den Steuereinheiten dient die Steuereinheit 8 als aktive Steuereinheit, während die Steuereinheit 9 sich in Ruhestellung befindet. Das bedeutet, daß im Normalfall die Signal- bzw. Datenübertragung von der Steuereinheit 8 gesteuert wird und die Steuereinheit 9 die Funktion der Steuereinheit 8 nur dann übernimmt, wenn diese Fehlfunktionen zeigt. Eine Verbindungsleitung 12 zwischen den beiden Steuereinheiten 8 und 9 dient zur Kommunikation zwischen diesen beiden Steuereinheiten, wobei u. a. Taktsynchronisierungssignale und Steuersignale übertragen werden. Weiterhin dient die Verbindungsleitung 12 zur gegenseitigen Überprüfung der beiden Steuereinheiten 8 und 9 und ggfs. zum Abschalten der fehlerhaft arbeitenden Steuereinheit.

Wie in Fig. 2 zu erkennen ist, umfaßt der Bus 1 verschiedene Gruppen von Leitungen zum Übertragen digitaler Signale. Eine erste Gruppe 13 von Leitungen dient zur Übertragung von Daten zwischen angeschlossenen Zugriffseinheiten bzw. zwischen angeschlossenen Zugriffseinheiten und den Steuereinheiten. Die erste Gruppe 13 von Leitungen ist dabei in zwei Hälften 13a und 13b unterteilt, wobei angeschlossene ST-Zugriffseinheiten und angeschlossene AT-Zugriffseinheiten ebenso wie die beiden Steuereinheiten 8 und 9 jeweils mit beiden Hälften 13a und 13b verbunden sind.

Eine zweite Gruppe 14 von Leitungen dient zur Übertragung von Anforderungssignalen. Auch die zweite Gruppe 14 von Leitungen besteht aus zwei Hälften 14a und 14b, wobei jede Schnittstelle zum Anschluß von ST- und AT-Zugriffseinheiten 3 bzw. 2 mit beiden Hälften 14a und 14b verbunden ist. In der zweiten Gruppe 14 von Leitungen werden von angeschlossenen AT-Zugriffseinheiten 2 bei Bedarf Anforderungssignale an die entsprechende Steuereinheit 8 bzw. 9 ausgesendet, um AT-Daten übertragen zu können. Die Schnittstellen für den Anschluß von Zugriffseinheiten 6 bzw. 7 für den Zeitschlitz-Austausch sind nicht mit der zweiten Gruppe 14 von Leitungen verbunden.

Eine dritte Gruppe 15 von Leitungen dient zum Übertragen von Steuersignalen zwischen den Schnittstellen für die Zugriffseinheiten bzw. angeschlossenen Zugriffseinheiten und den Steuereinheiten 8 und 9.

Eine vierte Gruppe von Leitungen, die in Fig. 2 nicht dar-

gestellt ist, dient zur Übertragung von Taktsignalen zwischen angeschlossenen Zugriffseinheiten und den Steuereinheiten.

Zusätzlich zu den in Fig. 2 gezeigten Leitungen umfaßt der Bus selbstverständlich Stromleitungen, Masseleitungen und zusätzliche Leitungen für weitere Erfordernisse. Wie in Fig. 2 zu sehen ist, umfaßt die dritte Gruppe 15 Abschalt-Leitungen 18 bis 21 zwischen den Schnittstellen zum Anschluß der Zusatzeinheiten 2 bis 7 und den Steuereinheiten, in denen die Steuereinheiten 8 bzw. 9 Signale zum Abschalten der Schnittstellen übertragen, wenn keine Zugriffseinheit an der entsprechenden Schnittstelle angeschlossen ist. Entsprechend umfaßt die dritte Gruppe 15 von Leitungen außerdem Anwesenheitsleitungen 22 bis 25 zwischen den Schnittstellen der Zugriffseinheiten 2 bis 6 und den Steuereinheiten 8 bzw. 9, über die angeschlossene Zugriffseinheiten Anwesenheitssignale an die Steuereinheiten 8 bzw. 9 übertragen können, wenn sie an den entsprechenden Schnittstellen angeschlossen sind.

Empfängt die jeweilige Steuereinheit über eine der Leitungen 22 bis 25 ein Signal von der entsprechenden Schnittstelle, daß dort keine Zugriffseinheit angeschlossen ist, so wird die Schnittstelle über die entsprechende Leitung 18, 19, 20 bzw. 21 von der Steuereinheit abgeschaltet.

Die dritte Gruppe 15 umfaßt weiterhin Rückstauleitungen, die bei der Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus zur Übertragung von Signalen verwendet werden, mit denen die Übertragung von Daten verschiedener Prioritätsstufen gesteuert wird. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, sind Rückstauleitungen 16 nur zwischen den Steuereinheiten 8 bzw. 9 und den Schnittstellen für den Anschluß von AT- bzw. ST-Zugriffseinheiten 2 bis 3 vorhanden.

Die dritte Gruppe 15 von Leitungen umfaßt weiterhin Leitungen 17 zum Übertragen von Verwaltungssignalen zwischen den Zugriffseinheiten 2 bis 7 und den Steuereinheiten 8 und 9.

Die in den Fig. 1 und 2 mit fetten Linien dargestellten Datenleitungen umfassen jeweils ein Bündel paralleler Leitungen zum Übertragen von Signalen. So umfassen im erläuterten bevorzugten Ausführungsbeispiel die beiden Hälften 13a und 13b der ersten Gruppe 13 von Datenleitungen jeweils 40 Leitungen, von denen jeweils 32 Leitungen zum Übertragen von Daten und die restlichen 8 Leitungen jeweils zum Übertragen von Fehlererkennungs-, Paritäts- und/oder -Signalisierungsdaten dienen. Die beiden Hälften 14a und 14b der zweiten Gruppe von Leitungen umfassen jeweils 4 Datenleitungen, von denen jeweils 3 zum Übertragen von Anforderungssignalen und eine Datenleitung zum Übertragen von Paritätsbits dient.

Die meisten der Leitungen zur Übertragung von Signalen zwischen den Schnittstellen der Zugriffseinheiten 2 bis 7 und den Steuereinheiten 8 und 9 sind bidirektional, wie durch die Pfeile in der Fig. 2 dargestellt ist. Die Übertragung der Daten in den Datenleitungen 13a, 13b erfolgt auf der Basis von Pulsrahmen mit einer Dauer von 125 µs. Die Rahmen sind jeweils in eine feste Anzahl von Zeitschlitzen unterteilt. Für den Fall, daß die Zeitschlitz-Taktfrequenz 25,6 Mhz beträgt, ist jeder Pulsrahmen damit in 3200 Zeitschlitze unterteilt, wodurch ein theoretischer Durchsatz von 0,82 Giga-bit/sec für eine Hälfte 13a oder 13b der Datengruppe 13 erreicht werden kann. Werden beide Hälften 13a und 13b gleichzeitig zur Übertragung von Daten verwendet, so kann damit ein Gesamtdurchsatz von bis zu 1,64 Giga-bit/sec. erreicht werden.

Die Pulsrahmen sind im wesentlichen in zwei Container unterteilt, wobei der erste Container zur Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus und der zweite Container zur Übertragung von Daten im asynchronen Transfer-

modus dient. Der erste Container zur Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus ist dabei mit einer vorbestimmten oder durch die Steuereinheiten 8 bzw. 9 bestimmten Aufteilung auf bestimmte Zeitschlitze in jedem Pulsrahmen aufgeteilt. Der nicht zur Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus benötigte Teil jedes Pulsrahmens bzw. die nicht zur Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus benötigten Zeitschlitze der Pulsrahmen stehen für den zweiten Container zur Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus zur Verfügung. Da im asynchronen Transfermodus größere Zellen bzw. Pakete mit einer variablen Datenmenge übertragen werden, kann somit die Nutzbandbreite des Busses abhängig von der Menge der zu übertragenden Daten flexibel ausgenutzt werden.

Die Belegung bzw. die Freigabe der Zeitschlitze zur Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus erfolgt dabei vorzugsweise durch die Steuereinheit 8 bzw. 9. Die Steuereinheit wird über einzurichtende oder freizugebende Verbindungen, d. h. angeschlossene ST-Zugriffseinheiten unterrichtet und verteilt die im synchronen Transfermodus zu übertragenden Daten entsprechend auf die Zeitschlitze des entsprechenden Pulsrahmens. Zeitschlitze, die nicht oder nicht mehr durch im synchronen Transfermodus zu übertragende Daten belegt sind, sind zur Übertragung von Zellen bzw. Paketen des asynchronen Transfermodus nutzbar. Die Grenze zwischen den beiden Transferarten kann als dynamisch und virtuell angesehen werden. Verbindungen zur Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus werden dabei mit Vorrang eingerichtet. Die verbleibende Kapazität des Busses steht den Verbindungen für den asynchronen Transfermodus zur Verfügung.

In Fig. 3 ist ein Pulsrahmen schematisch dargestellt, in dem ausschließlich Daten im synchronen Transfermodus übertragen werden. Der dargestellte Pulsrahmen 26 umfaßt am Anfang einen üblichen Kopf 27 mit Identifizierungsdaten, Synchronisationsinformationen etc. Die Zeitschlitze 30 enthalten die im synchronen Transfermodus übertragenen Daten.

Jeder Zeitschlitz überträgt dabei eine feste Anzahl von Bits, z. B. 8 Bits. Weiterhin umfaßt der Pulsrahmen 26 Zeitschlitze 28 mit Steuerdaten für den synchronen Transfermodus und Zeitschlitze 29 mit Daten zur Überprüfung des Busses. Die Zeitschlitze 28 und 29 sind dabei vorzugsweise immer an den gleichen Positionen eines Pulsrahmens angeordnet. Für jede Schnittstelle des Busses, d. h. für jede mögliche Zugriffseinheitsposition wird zumindest ein Zeitschlitz zum Übertragen von Daten und ein Zeitschlitz zum Empfangen von Daten reserviert. Diese Lösung erlaubt die Realisierung einer Standardlösung für alle Arten von Datenverkehr im synchronen Transfermodus. Der restliche Teil jedes Pulsrahmens ist für zusätzlichen Datenverkehr im synchronen Transfermodus und/oder im asynchronen Transfermodus verfügbar. Jeder Zeitschlitz 30 mit im synchronen Transfermodus übertragenen Daten enthält im erläuterten Ausführungsbeispiel ein Byte, d. h. 8 Bit synchroner Daten, wobei zusätzlich in jedem Zeitschlitz ein Signalisierungsbit und ein Paritätsbit vorgesehen sind. Das Paritätsbit dient zum Schutz der Datenbits und des Signalisierungsbit. Das Signalisierungsbit wird von den Zugriffseinheiten 6 und 7 für den Zeitschlitz-Austausch verwendet, die zum Durchsignalisieren für analoge Zugriffseinheiten vorgesehen sind. Ein Zeitschlitz 30 mit im synchronen Transfermodus übertragenen Daten besteht somit aus 8 Datenbits, einem Signalisierungsbit und einem Paritätsbit.

Die isochronen Kanäle, d. h. die zur Übertragung von Signalen im synchronen Transfermodus dienenden Zeitschlitze werden benutzt, um sehr zeitkritische Datenarten, wie Sprachdaten und Videodaten zu transportieren und um

Echtzeit-Anforderungen gerecht zu werden. Weiterhin werden diese Zeitschlitze verwendet, um verwaltungstechnische Informationen zwischen den Steuereinheiten 8 bzw. 9 und einer der angeschlossenen Zugriffseinheiten auszutauschen, verwaltungstechnische Informationen von den Steuereinheiten 8 bzw. 9 zu allen angeschlossenen Zugriffseinheiten zu transportieren und eine Anwesenheits- und Funktionstüchtigkeitsüberprüfung aller angeschlossenen Zugriffseinheiten durchzuführen. Dabei wird auch die Funktionsfähigkeit des Busses bzw. dessen Leitungen getestet.

Da die Vergabe der Zeitschlitze einfach und zentral durch die Steuereinheiten 8 bzw. 9 erfolgt, ist die Kommunikationsdatenmenge zwischen den Zugriffseinheiten und den Steuereinheiten gering. Die Verwaltung der vergebenen Zeitschlitze wird in allen AT- und ST-Zugriffseinheiten vorgenommen. Um die mittlere Wartezeit für im asynchronen Transfermodus zu übertragende Daten einzuhalten, erfolgt eine möglichst gleich verteilte Vergabe der Zeitschlitze für den synchronen Transfermodus. Das Einrichten und Freigeben der Verbindungen erfolgt durch die Steuereinheiten 8 bzw. 9. Die Zeitschlitzzuordnung ist während des Bestandes der Verbindung permanent gültig und gilt bis zum Abbau der Verbindung für alle Pulsrahmen. Die Gleichverteilung der Zeitschlitze für den synchronen Transfermodus hat außerdem den Vorteil, daß der Verwaltungsaufwand für das Einrichten und Freigeben von Zeitschlitzen relativ gering ist. Die Belegung und Freigabe sowie der relevante Zeitpunkt für die Belegung und Freigabe von Zeitschlitzen muß allen angeschlossenen Zugriffseinheiten mitgeteilt werden. Das erfolgt durch die Steuereinheiten 8 bzw. 9 mittels reservierter Kanäle zu allen angeschlossenen Zugriffseinheiten gleichzeitig, d. h. im Broadcast-Verfahren. Allen Zugriffseinheiten steht somit zum gleichen Zeitpunkt die neue Nummer des belegten oder freigeschalteten Zeitschlitzes zur Verfügung. Der neue Belegungszustand besitzt ab dem folgenden Pulsrahmen Gültigkeit. Die maximale Wartezeit entspricht damit der Länge eines Pulsrahmens, nämlich 125 µs. Das Bussystem kann somit schwankenden Verkehrsbelastungen angepaßt werden.

Zusätzlich kann ein Quittungsmechanismus, mit dem die Akzeptanz der zentralen Vergabe den Steuereinheiten 8 bzw. 9 von allen angeschlossenen Zugriffseinheiten bestätigt wird, vorgesehen sein. Bei einer geringen Durchsatzrate ist es möglich, daß innerhalb eines Zeitschlitzes freie Segmente auftreten. Da das Zuordnen eines Teilschlitzes für mehrere Zugriffseinheiten verwaltungstechnisch sehr aufwendig ist, bleiben diese Segmente eines Zeitschlitzes frei und werden von den Steuereinheiten 8 bzw. 9 betrieben, um zu verhindern, daß der Bus "floater".

Nach dem Einschalten des Bussystems sind automatisch Basiskanäle eingerichtet, mittels derer die angeschlossenen Zugriffseinheiten angesprochen werden können. Die Kanalnummer ist an die Schnittstellennummer gekoppelt und dient der internen Kommunikation zwischen den Steuereinheiten und den angeschlossenen Zugriffseinheiten.

In Fig. 4 ist ein Pulsrahmen 31 schematisch dargestellt, der ausschließlich zur Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus dient. Entsprechend sind in dem Pulsrahmen 31 von Fig. 4 Pakete bzw. Zellen 34 unterschiedlicher Größe zu erkennen, die zur Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus dienen. Weiterhin weist der Pulsrahmen 31 Zellen 32 auf, in denen Steuerdaten im asynchronen Transfermodus übertragen werden. Entsprechend dem in Fig. 3 gezeigten Pulsrahmen 26 umfaßt der Pulsrahmen 31 in Fig. 4 außerdem einen Kopf 27 mit Identifizierungsdaten, Synchronisierungsinformationen etc., sowie Zeitschlitze 29 mit Daten zur Busüberprüfung. Am Ende des Pulsrahmens 31 ist ein Bereich 33 vorgesehen, der nicht zur

Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus benutzt werden darf, um die Unterbrechung eines Paketes 34 mit dem asynchronen Transfermodus übertragenen Daten durch ein Pulsrahmenende zu vermeiden. Der Bereich 33 ist vorzugsweise größer als 64 Zeitschlitze.

Der Pulsrahmen 31 von Fig. 4 ist ein Beispiel dafür, daß der erste Container, der für die Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus reserviert ist, leer ist, und nur Daten im zweiten Container, d. h. nur Daten im asynchronen Transfermodus, übertragen werden. Die Pakete 34 umfassen außer den Datenbits Fehlererkennungs- und Korrekturbits. Im dargestellten Ausführungsbeispiel, in dem die beiden Hälften 13a und 13b der Datengruppe 13 jeweils 40 Leitungen umfassen, werden bei der Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus jeweils 7 Leitungen pro Hälfte 13a bzw. 13b zur Übertragung der Fehlererkennungs- und Korrekturbits verwendet. Eine weitere Leitung pro Hälfte wird zur Übertragung eines Betriebssignals verwendet, das anzeigt, daß der Bus in Betrieb ist. Damit werden ebenso wie bei der Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus in jeder Hälfte 13a bzw. 13b der Datengruppe 13 32 Leitungen zur Übertragung von Daten verwendet, während die restlichen 8 Leitungen zur Übertragung von Signalisierungsbits, Paritätsbits, Fehlerkorrektur- und Korrekturbits bzw. Betriebszustandsbits verwendet werden. Es können damit in jeder Hälfte 32 Bits gleichzeitig parallel übertragen werden. Die 8 Leitungen, die bei der Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus zur Übertragung der Signalisierungs- und Paritätsbits dienen, dienen bei der Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus zur Übertragung der Fehlererkennungs- und Korrekturbits und des Busbetriebsbits.

Wie oben bereits erläutert wurde, wird der zweite Container für die Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus verwendet. Die Steuerung dieser Übertragung im asynchronen Transfermodus erfolgt durch die Steuereinheiten 8 bzw. 9 und ermöglicht hohe Übertragungsraten. Die Vergabe der Transporterlaubnis für die Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus in einer Zelle bzw. einem Paket 34 erfolgt dezentral, d. h. in jeder angeschlossenen AT-Zugriffseinheit. Im zweiten Container können Zellen bzw. Pakete 34 unterschiedlicher Länge transportiert werden. Die maximale Länge einer Zelle 34 wird begrenzt durch die Breite der Überwachungseinrichtung bzw. der Zählerbreite für die Überwachung, den notwendigen Kopf 27 (Senderadresse, Empfängeradresse usw.), die Länge der Nutzdaten und die Abwicklung des Busprotokolls. Die minimale Länge einer Zelle 34 wird bestimmt durch den notwendigen Kopf 27 und das Einfügen von einem Byte Nutzdaten. Sowohl die minimale als auch die maximale Länge sollten den Bus in seiner Breite oder in Vielfachem davon belegen.

Ein Beispiel für eine Zelle 34 maximaler Länge ist in Fig. 5 auf der linken Seite dargestellt. Ein Beispiel für eine Zelle 34 minimaler Länge ist auf der rechten Seite in Fig. 5 dargestellt. Die Zelle 34 maximaler Länge umfaßt einen Leitkopf 35, der die Senderadresse einschließlich der Schnittstellenadresse der diese Zelle 34 aussendenden AT-Zugriffseinheit, die Empfängeradresse einschließlich der Schnittstellenadresse der diese Zelle 34 empfangenden AT-Zugriffseinheit, Kennzeichen für Multicast-Adressen, Gruppen von Multicast-Zugriffseinheiten, Betriebsinformationen, Verwaltungsinformationen, Subcontainergrößen etc. enthält. Der AT-Kopf 36 der Zelle 34 enthält die AT-Schicht-Protokollinformationen. Für diese Informationen gibt es zwei verschiedene Formate, nämlich das UNI-Format für den Übergang zwischen den Benutzern und dem Netz und das sog. NNI-Format für den Übergang zwischen den Netz-

knoten und den Verbindungsleitungen zwischen den Netzknoten. Die beiden Formate unterscheiden sich nur in der Größe des VPI-Unterbereiches (Unterbereich mit Informationen bezüglich der Identifizierung des virtuellen Pfades) und der Anwesenheit oder Abwesenheit des GFC-Bereiches.

Im Informationsbereich 37 werden die Nutzdaten übertragen. Die maximale Größe des Informationsbereiches beträgt, wie auf der linken Seite in Fig. 5 dargestellt ist, 48 Oktetts bzw. 48 Byte-Nutzdaten. Die Größe des Informationsbereiches 37 kann bis auf 1 Oktett bzw. 1 Byte reduziert werden, wie auf der rechten Seite in Fig. 5 dargestellt ist, und der AT-Kopf 36 kann unbenutzt bleiben, womit es möglich wird, die Zelle 34 auf eine Größe von bis zu 9 Oktetts zu reduzieren. Es ist selbstverständlich möglich, auch andere maximale Zellengrößen als die dargestellte maximale Größe der Zelle 34 von 60 Byte zuzulassen.

Am Ende jeder Zelle befindet sich ein Prüfsummenfeld 38 aus 8 Bit zum Überprüfen des Rahmens. Die maximale Größe einer zu übertragenden Zelle 34 wird durch eine programmierbare Überwachungsschaltung beispielsweise in dem Buszugriffs-Steuererelement 10 der Steuereinheiten 8 bzw. 9 beschränkt. Bei der Übertragung von Zellen 34 erhält jede der angeschlossenen Zugriffseinheiten Kenntnis von der Größe der momentan übertragenen Zelle 34 über die Busbetriebsleitung in der Datengruppe 13.

In Fig. 6 ist ein Rahmen 39 dargestellt, in dem Daten sowohl im synchronen als auch im asynchronen Transfermodus übertragen werden. Der Rahmen weist einen üblichen Kopf 27 sowie ST-Steuerdatenzeitschlitz 28 und AT-Steuerdatenzeitschlitz 29 auf. Weiterhin sind Zeitschlitz 30 zur Busüberprüfung vorgesehen. Die Zeitschlitz 30 enthalten Daten, die im synchronen Transfermodus übertragen werden, während die Zellen 34 Daten enthalten, die im asynchronen Transfermodus übertragen werden. Die Übertragung von Zellen 34 ist dabei in der Busstruktur der Übertragung von Zeitschlitz 30 in der Priorität untergeordnet. Soll eine Zelle 34 mit im asynchronen Transfermodus zu übertragenden Daten in dem Bus transportiert werden und trifft auf einen der Zeitschlitz 30 für die Datenübertragung im synchronen Transfermodus, so wird der Transport der Zelle 34 aufgehalten, bis die Zeitschlitz des Rahmens 39 nicht mehr durch im synchronen Transfermodus zu übertragende Daten belegt sind. Ggffs. wird der unterbrochene Transport einer Zelle 34 unterbrochen, wie z. B. in Fig. 6 der Transport der Zelle 34a durch die Zeitschlitz 30, und nach Abschluß der Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus fortgesetzt.

Wie in Fig. 6 zu sehen ist, wird der Transport der Zelle 34a durch die drei Zeitschlitz 30 unterbrochen und nach deren Übertragung fortgesetzt. Ebenso wird am Ende des Pulsrahmens 39 die Übertragung der Zelle 34b durch einen Zeitschlitz 30 mit dem synchronen Transfermodus übertragenen Daten unterbrochen und nach diesem Zeitschlitz fortgesetzt.

Um die Übertragung von Daten im synchronen und im asynchronen Transfermodus zu ermöglichen, könnte ein zusätzliches Signal, das von den Steuereinheiten 8 bzw. 9 gesteuert wird, in den Bus implementiert werden. Um dieses Signal einzusparen, muß jede angeschlossene AT-Zugriffseinheit die Kenntnis von Zeitschlitz in den Pulsrahmen haben, die im synchronen Transfermodus zu übertragenden Daten zugeordnet sind. Damit müssen alle Zugriffseinheiten Informationen über die Reservierung und die Änderung der Reservierung von Zeitschlitz für Daten im synchronen Transfermodus erhalten. Zeitschlitz zur Übertragung von Zellen 34 für im asynchronen Transfermodus zu übertragende Daten werden auf Anforderung von den angeschlossenen AT-Zugriffseinheiten vergeben. Diese Anforderung

wird von jeder AT-Zugriffseinheit entsprechend gestellt. Dafür dient die zweite Gruppe 14 mit Anforderungsleitungen.

Der Kopf 27 der Pulsrahmen 39 umfaßt mehrere Informationen, wie z. B. die Pulsrahmennummer, Rahmensynchronisierungsinformationen sowie ggffs. die Rahmentaktfrequenz, eine Prüfsumme des Kopfes 27 etc. Weiterhin werden in jedem Pulsrahmen ST-Steuerdaten in entsprechenden Zeitschlitz 28, also im Format von im synchronen Transfermodus übertragenen Daten zwischen den Steuereinheiten 8 bzw. 9 und den angeschlossenen ST-Zugriffseinheiten übertragen. Die Anzahl von Zeitschlitz 28 für dieses interne Protokoll während des normalen Betriebes wird in Übereinstimmung mit den Bandbreiteerfordernissen (z. B. 64 kbit/s oder 256 kbit/s) festgelegt. Die Position der Zeitschlitz 28 innerhalb der Pulsrahmen 39 entspricht der Position der entsprechenden Schnittstelle. Die ST-Steuerdaten 28 werden zur Kommunikation zwischen den Steuereinheiten 8 bzw. 9 und den angeschlossenen ST-Zugriffseinheiten verwendet. Während dem Normalbetrieb sind in jedem Pulsrahmen 39 60 Zeitschlitz als Dienstkanäle zwischen jeder angeschlossenen ST-Zugriffseinheit und den Steuereinheiten 8 bzw. 9 vorgesehen. Von diesen 60 Zeitschlitz dienen 20 Zeitschlitz als Dienstkanäle von den Steuereinheiten 8 bzw. 9 zu jeder Zugriffseinheit und 20 Zeitschlitz dienen als Dienstkanäle von jeder Zugriffseinheit zu den Steuereinheiten 8 bzw. 9, wobei den zweiten 20 Zeitschlitz weitere 20 Zeitschlitz vorangehen, die definierte Datenmuster enthalten, die von der Steuereinheit 8 bzw. 9 gesteuert sind. Diese weiteren 20 Zeitschlitz sind notwendig, um zu vermeiden, daß Daten irgendeines vorhergehenden Zeitschlitzes, die in dem Bus noch als gültig vorhanden sind, als Dienstkanal zwischen der Zugriffseinheit und der Steuereinheit 8 bzw. 9 mißinterpretiert werden können. Da die Dienstkanäle von den Zugriffseinheiten zu den Steuereinheiten 8 bzw. 9 in klarer Weise initialisiert werden, wird jedes Entfernen einer Zugriffseinheit von der Steuereinheit 8 bzw. 9 erkannt, da die Zugriffseinheit den Dienstkanal nicht länger betreibt.

Die Dienstkanäle umfassen weiterhin Zeitschlitz 29 mit Busüberprüfungssignalen. In diesen Zeitschlitz 29 werden Testmuster von den Steuereinheiten 8 bzw. 9 zu den angeschlossenen Zugriffseinheiten gesendet oder umgekehrt. Diese Busüberprüfungsdaten werden in dem Bus entweder in falscher Parität übermittelt, um die Paritätsüberprüfung zu testen, oder mit korrekter Parität und unterschiedlichen Datenmustern, um die Datengruppe 13 des Bussystems zu überprüfen.

Weiterhin werden AT-Steuerdaten in Steuerzellen 41 zwischen den Steuereinheiten 8 bzw. 9 und angeschlossenen AT-Zugriffseinheiten im Format von im asynchronen Transfermodus übertragenen Daten übermittelt. Die Senderadresse und die Empfängeradresse der AT-Steuerdaten entspricht der Schnittstellenposition der angeschlossenen AT-Zugriffseinheit.

Eine Ausnahme davon gilt für die Dienstkanäle wie z. B. die Zeitschlitz 29 für die Busüberprüfung, die auch für AT-Zugriffseinheiten im Format von im synchronen Transfermodus übertragenen Daten übermittelt werden. Eine weitere Ausnahme gilt nach dem Einschalten des Bussystems, da die Steuereinheiten 8 bzw. 9 die festgelegten Zeitschlitz 28 für die ST-Steuerdaten der jeweiligen Schnittstelle verwenden, um eine Basiskommunikation mit den angeschlossenen AT-Zugriffseinheiten herzustellen. Während des Betriebes wird die Kommunikation durch die Steuereinheiten 8 bzw. 9 auf den asynchronen Transfermodus umgestellt.

In Fig. 7 ist ein Beispiel für das Format der Zeitschlitz 28 mit ST-Steuerdaten und für das Format der Zeitschlitz 30 mit im synchronen Transfermodus übertragenen Daten

schematisch dargestellt. Die Zeitschlitz 30 für ST-Daten bestehen aus einer oberen Hälfte 30a und einer unteren Hälfte 30b. Jede Hälfte 30a und 30b umfaßt vier Byte von im synchronen Transfermodus übertragenen Daten sowie vier Paritätsbits und vier Signalisierungsbits. Insgesamt umfaßt damit jede Hälfte 30a und 30b 40 Bits, die in der entsprechenden Hälfte 13a bzw. 13b der Datengruppe 13 des Busses 1 parallel übertragen werden. Bei der Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus sind die beiden Hälften 30a und 30b redundant zueinander, d. h. es werden die gleichen Daten in beiden Hälften 30a und 30b und damit auch in den beiden Hälften 13a und 13b der Datengruppe 13 übertragen. Die Zeitschlitz 28 für die ST-Steuerdaten weisen das gleiche Format wie die Zeitschlitz 30 für die ST-Daten auf. Auch die Zeitschlitz 28 unterteilen sich demgemäß in zwei Hälften 28a und 28b, wobei die beiden Hälften redundant zueinander sind.

Wie in den Fig. 8 und 9 dargestellt ist, gibt es zwei Möglichkeiten für die Zuordnung der ST-Steuerdatenzeitschlitz 28 zu den angeschlossenen ST-Zugriffseinheiten. Wie in Fig. 8 dargestellt ist, können die oberen 16 Bit der oberen Hälfte 28a eines ST-Steuerdatenzeitschlitzes 28 von der Zugriffseinheit $2(n+1)$ verwendet werden, um Daten zur entsprechenden Steuereinheit 8 bzw. 9 zu übertragen und von ihr zu empfangen, während die unteren 16 Bits der oberen Hälfte 28a des ST-Steuerdatenzeitschlitzes 28 von der Zugriffseinheit $2n+1$ benutzt werden. Dabei dient das obere Bit 42 der Zugriffseinheit $2(n+1)$ zum Empfangen von Daten von der entsprechenden Steuereinheit, während das nächste Bit 43 der Zugriffseinheit $2n+1$ zum Senden von Steuerdaten an die entsprechende Steuereinheit dient. Das dritte Bit 44 dient der Zugriffseinheit $2n+1$ zum Senden von Steuerdaten an die entsprechende Steuereinheit, während das vierte Bit 45 der Zugriffseinheit $2n+1$ zum Senden von Steuerdaten an die entsprechende Zugriffseinheit dient. Ein Zeitschlitz 28 dient somit zwei angeschlossenen ST-Zugriffseinheiten zum Senden und Empfangen von Steuerdaten. Diese Möglichkeit ist teurer als die in Fig. 9 dargestellte Möglichkeit, aber ihre Effektivität ist doppelt so hoch.

In der in Fig. 9 dargestellten Möglichkeit der Übertragung von ST-Steuerdaten wird ein erster Zeitschlitz 28a₁ von vier angeschlossenen ST-Zugriffseinheiten zum Empfangen von Steuerdaten von der entsprechenden Steuereinheit verwendet, während ein zweiter Zeitschlitz 28a₂ von den vier ST-Zugriffseinheiten zum Senden von Steuerdaten an die entsprechende Steuereinheit benutzt wird. Wie in Fig. 9 dargestellt ist, dient das erste Byte 46 des ersten Zeitschlitzes 28a₁ der ST-Zugriffseinheit A zum Empfangen von Steuerdaten von der entsprechenden Steuereinheit 8 bzw. 9, das zweite Byte 47 dient einer zweiten ST-Zugriffseinheit B zum Empfangen von Steuerdaten von der entsprechenden Steuereinheit, das dritte Byte 48 dient einer dritten ST-Zugriffseinheit C zum Empfangen von Steuerdaten und das vierte Byte 49 dient einer vierten ST-Zugriffseinheit D zum Empfangen von Steuerdaten.

Im zweiten Zeitschlitz 28a₂ dient das erste Byte 50 der ersten ST-Zugriffseinheit A zum Senden von Steuerdaten an die entsprechende Steuereinheit, das zweite Byte 51 dient der zweiten ST-Zugriffseinheit B zum Senden von Steuerdaten, das dritte Byte 52 dient der dritten ST-Zugriffseinheit C zum Senden von Steuerdaten und das vierte Byte 53 dient der vierten Zugriffseinheit D zum Senden von Steuerdaten. Bei dieser Lösung dient ein Zeitschlitz 28 jeweils vier Zugriffseinheiten zum Senden von Steuerdaten an die entsprechende Steuereinheit, während ein weiterer Zeitschlitz 28 zum Empfangen von Steuerdaten dient. Diese Lösung erlaubt die Realisierung einer Standardlösung für alle Arten von im synchronen Transfermodus zu übertragenden Daten

zwischen Steuereinheiten 8 bzw. 9 und angeschlossenen ST-Zugriffseinheiten ebenso wie zwischen angeschlossenen ST-Zugriffseinheiten. Eine optimale Verwendung der Bandbreite des Busses 1 ist hier möglich.

In Fig. 10 sind zwei normale Pulsrahmen 39 zur Übertragung von Daten im synchronen und asynchronen Transfermodus und ein Spezialrahmen 54 dargestellt. Der Spezialrahmen umfaßt in seinem Kopf 55 ein Byte 56 mit Spezialinformationen, die anzeigen, daß der zugehörige Rahmen 54 ein Spezialrahmen ist, der speziell auf die Überprüfung des Busses und die Übertragung von Steuerdaten gerichtet ist. Entsprechend umfaßt der Spezialrahmen 54 Steuerzeitschlitz 28 und Zeitschlitz 29 mit Busüberprüfungsdaten. Durch das Vorsehen eines Spezialrahmens 54 brauchen in den normalen Pulsrahmen 39 keine Steuerdaten 28 bzw. 41 und keine Zeitschlitz 29 mit Busüberprüfungsinformationen übertragen werden. Hierdurch wird eine Verringerung der übertragenen Datenmenge erreicht.

Nach dem Einschalten des Bussystems wird der erste Container zur Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus errichtet und ST-Zeitschlitz entsprechend der Schnittstellennummer können zur Adressierung für einen Basiskommunikationspfad (z. B. zum Erhalten des Typs der angeschlossenen Zugriffseinheiten, der Zuordnung zusätzlicher Zeitschlitz zum Senden und Empfangen usw.) und zum Herunterladen von ST-Zugriffseinheiten verwendet werden. Das bedeutet, daß nach dem Einschalten zumindest 256 kbit/s in jeder Richtung verfügbar sind. Die Struktur des Bussystems erlaubt die Zuordnung kleinerer Teile der Bandbreite, d. h. Schritte von 64 kbit/s sind möglich. Somit könnte ein Zeitschlitz bis zu vier 64 kbit/s-Kanäle enthalten. Das hätte jedoch die Auswirkung, daß ein größerer Bussystem-Adressenbereich und -Speicherbereich notwendig wäre. Die Zuordnung von Zeitschlitz hängt von den Bandbreiteerfordernissen für das Herunterladen ab und sollte auf eine flexible Art und Weise implementiert werden, um eine ausreichende Bandbreite für das Herunterladen sicherzustellen. Für AT-Zugriffseinheiten werden Pakete bzw. Zellen für die Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus zum Herunterladen verwendet.

Wenn eine neue Zugriffseinheit, entweder eine AT- oder eine ST-Zugriffseinheit in eine Schnittstelle des Bussystems eingesetzt wird, meldet sich diese Zugriffseinheit über die Anwesenheitsleitung 22, 23, 24 bzw. 25 selber bei der Steuereinheit 8 bzw. 9, nachdem sie einen Anschalt-Selbsttest ausgeführt hat. Wenn das Signal der Anwesenheitsleitung gültig ist, wird dieser Zugriffseinheit von der Steuereinheit 8 bzw. 9 ein fester Zeitschlitz zugeordnet, in dem die Zugriffseinheit der Steuereinheit ihre Identität mitteilt. Somit ist die Zuordnung des ST-Zeitschlitzes zur Schnittstellenposition der Zugriffseinheit und der Steuereinheit bekannt.

Wie weiter oben bereits erwähnt wurde, werden den angeschlossenen AT-Zugriffseinheiten Zellen bzw. Pakete 34 zur Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus auf Anforderung zur Verfügung gestellt. Der Bus umfaßt eine Gruppe 14 von Anforderungsleitungen, welche periodisch im Umlauf jeder angeschlossenen Zugriffseinheit zur Verfügung gestellt wird. Dabei wird einer bestimmten Schnittstelle ein Zeitschlitz eines Anforderungspulsrahmens 40 jeweils innerhalb eines Umlaufes fest zugeordnet, innerhalb dessen die angeschlossene Zugriffseinheit ihre Anforderung für die Übertragung einer Zelle bzw. eines Paketes 34 im asynchronen Transfermodus stellen kann.

In Fig. 11 ist ein Anforderungspulsrahmen 40 dargestellt, der z. B. eine Länge von 125 µs aufweisen kann. Innerhalb des Anforderungspulsrahmens 40 werden Zeitschlitz 57 jeweils periodisch den 20 verschiedenen Schnittstellen bzw. angeschlossenen Zugriffseinheiten des Bussystems zur Ver-

fügung gestellt. Das Bussystem ist selbstverständlich nicht auf 20 Schnittstellen bzw. Zugriffseinheiten festgelegt, sondern kann entsprechend den Anforderungen mehr oder weniger Schnittstellen aufweisen. Innerhalb des Anforderungskanales 57 wird jeder Schnittstelle periodisch ein Zeitschlitz 57₁, 57₂ . . bzw. 57₂₀ zur Verfügung gestellt. Im erläuterten Ausführungsbeispiel umfaßt die Gruppe 14 mit Anforderungsleitungen zwei Hälften 14a und 14b von Anforderungsleitungen mit jeweils vier Leitungen. Damit haben die Zeitschlitz das in Fig. 11 dargestellte Format, nämlich zwei Gruppen 58 und 60 von jeweils 3 Bits für Anforderungsdaten, die jeweils durch ein Paritätsbit 59 und 61 geschützt sind. Die Paritätsbits 59 und 61 der Anforderungsgruppe 15 schützen die in der Rückstauleitung 16 und der Verwaltungsleitung 17 übertragenen Signale. Die Anforderungsgruppe 58 der Anforderungszeitschlitz kann redundant zur Anforderungsgruppe 60 sein, die beiden Anforderungsgruppen 58 und 60 können aber auch verschiedene Anforderungspegel darstellen, wodurch die Priorität der jeweiligen Anforderung gekennzeichnet werden kann. Damit können im gezeigten Ausführungsbeispiel bis zum sieben Prioritätspegel implementiert werden. Die maximale Wartezeit einer AT-Zugriffseinheit für die Anforderung einer weiteren Zelle 34, wenn sie gerade eine Zelle 34 übermittelt hat, beträgt im erläuterten Ausführungsbeispiel 19 Zeitschlitzze.

Mögliche Varianten des erläuterten Ausführungsbeispieles sind die Anpassung der Wiederholfrequenz der Anforderungszeitschlitz an die Anzahl der angeschlossenen Zugriffseinheiten und/oder die Veränderung der Wiederholrate in Abhängigkeit des zu erwartenden Datendurchsatzes einer AT-Zugriffseinheit. Diese Maßnahme führt jedoch zu einer Erhöhung der Periodendauer. Eine weitere Steigerung der Ausnutzung der Busbandbreite ist erreichbar, wenn ein Busparkmechanismus implementiert wird. Gemeint ist damit, daß der Bus für die Übertragung von mehr als einer Zelle 34 verwendet werden kann, ohne daß die Aussendung eines zusätzlichen Anforderungssignales notwendig ist. Diese Ergänzungen sind dann sinnvoll, wenn der Bus durch Zellen 34 minimaler Länge ausgenutzt werden muß. Der Bandbreitenverlust ist jedoch erheblich. Die Anforderung für eine zu übertragende Zelle 34 ist auch vom Füllgrad des Speichers der empfangenen AT-Zugriffseinheit abhängig. Dieser Füllgrad wird mittels Rückstausignalen in den Rückstauleitungen 16 mitgeteilt. Die Länge einer zu transportierenden bzw. einer transportierten Zelle 34 wird in der Busbetriebsleitung der Datengruppe 13 allen angeschlossenen Zugriffseinheiten und den Steuereinheiten mitgeteilt.

Wie in Fig. 12 dargestellt ist, wird die Anwesenheit jeder Zugriffseinheit 2 über eine Punkt-Zu-Punkt-Verbindung (Anwesenheitsleitung) 22 überwacht. Über die Anwesenheitsleitung 22 wird überwacht, ob Zugriffseinheiten in die Grundplatte 62 des Bussystems in die entsprechenden Schnittstellen hinzugesteckt oder entfernt wurden oder ob eine eingesteckte Zugriffseinheit ausgefallen ist. Eine derartige Anwesenheitsleitung 22 besteht zu allen Schnittstellen des Bussystems auf der Busgrundplatte 62. Eine weitere Punkt-Zu-Punkt-Verbindung, die zum Anschalten bzw. Abschalten angeschlossener Zugriffseinheiten dient, besteht ebenfalls zu allen Schnittstellen der Busgrundplatte 62. Über die Abschaltleitungen 18, 19, 20 bzw. 21 können die Schnittstellen von Zugriffseinheiten gezielt in oder außer Betrieb genommen werden, falls die eingesteckte Zugriffseinheit defekt ist. Außerdem ist über die Abschaltleitungen ein gezieltes Ansprechen angeschlossener Zugriffseinheiten möglich, z. B. in Kombination mit Dienstsignalen (zwei als Bus geführte Dienstschnale), womit z. B. ein Rücksetzen, ein Selbsttest, eine Diagnose usw. von Zugriffseinheiten möglich ist.

In Fig. 12 sind wiederum zwei Steuereinheiten 8 und 9 dargestellt, die an eine Busgrundplatte 62 angeschlossen sind. Die Steuereinheiten 8 und 9 können dabei fest an der Busgrundplatte befestigt sein, oder in entsprechenden Schnittstellen lösbar befestigt werden. Jede Steuereinheit 8 und 9 umfaßt ein Buszugriffs-Steuerelement 10, an dem die Abschaltleitungen 18 und die Anwesenheitsleitungen 22 für jede Schnittstelle der Busgrundplatte 62 angeschlossen sind. Zwischen beiden Steuereinheiten 8 und 9 bestehen Verbindungsleitungen 12 zum Austausch von Steuerinformationen, Synchronisierungsinformationen und ggfs. gegenseitigen Überwachungs- und Abschaltsignalen. Die Busgrundplatte 62 weist zumindest eine Schnittstelle auf, an der eine Zugriffseinheit 2 angeschlossen ist. Die Zugriffseinheit 2 umfaßt ein Buszugriffs-Steuerelement 64 und einen Treiber 65. Das Buszugriffs-Steuerelement 64 ist mit der Anwesenheitsleitung 22 verbunden, und der Treiber 65 über einen invertierenden Eingang mit der Abschaltleitung 18. Der Treiber 65 steuert weiterhin die beiden Hälften 13a und 13b der Datengruppe 13, die beiden Hälften 14a und 14b der Anforderungsgruppe 14 und eine Referenztaktleitung 66, die alle über die Schnittstelle der Zugriffseinheit 2 mit der Busgrundplatte 62 verbunden sind. Das Buszugriffs-Steuerelement 64 steuert eine Zeitschlitztaktleitung 67, eine Rahmentaktleitung 68 und eine Systemtaktleitung 69, die ebenfalls mit der Busgrundplatte 62 verbunden sind. Wie oben bereits erwähnt wurde, kann der Rahmentakt eine Frequenz von 8 kHz haben, während der Zeitschlitztakt eine Frequenz von 25,6 MHz aufweist. Über die Abschaltleitung 18 wird im Falle eines ernsthaften Fehlers in einer Schnittstelle oder einer Zugriffseinheit, der mehr als 1 Bit bei der Datenübertragung beeinträchtigt, die entsprechende Zugriffseinheit abgeschaltet, wobei alle Taktsignale weiterhin von der Zugriffseinheit empfangen werden können. Das bedeutet, daß die fehlerhafte Zugriffseinheit nur bezüglich ihrer Datenleitungen abgeschaltet wird.

In Fig. 13 ist die Verteilung der Taktfrequenzen des Bussystems verdeutlicht. Die beiden Steuereinheiten 8 und 9 weisen jeweils eine Takterzeugungseinheit 11 auf, von denen eine Zeitschlitztaktleitung 67 und eine Rahmentaktleitung 68 zu den Schnittstellen bzw. den angeschlossenen Zugriffseinheiten 2 und 3 geführt sind. Die Takterzeugungseinheiten 11 führen über diese Leitungen einen Rahmentakt von beispielsweise 8 kHz und einen Zeitschlitztakt von beispielsweise 25,6 MHz den angeschlossenen Zugriffseinheiten 2 bzw. 3 zu. Den beiden Steuereinheiten 8 und 9 kann dabei über Leitungen 70 ein zweiter Rahmentakt zugeführt werden. Den beiden Steuereinheiten 8 und 9 ist eine Leitung 71 zugeführt, mit der die beiden Steuereinheiten gegenseitig ihre Ab- bzw. Anwesenheit feststellen.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird weiterhin ein Referenztakt von den angeschlossenen Zugriffseinheiten an die Steuereinheiten 8 bzw. 9 zugeführt. Alle Taktleitungen können einen schnellen und einen langsamen Takt für verschiedene Arten von Zugriffseinheiten aufweisen. Der langsame Takt wird von Zugriffseinheiten mit einer langsamen Übertragungsgeschwindigkeit von z. B. weniger als 2 MBit/sec. verwendet, während der schnelle Takt von Zugriffseinheiten mit einer hohen Übertragungsgeschwindigkeit von beispielsweise mehr als 2 MBit/sec. verwendet wird. Die Anwesenheitsleitungen 22 bis 25 von jeder Schnittstelle zu den Steuereinheiten 8 bzw. 9 werden weiterhin dazu verwendet, die Taktleitungen an- und auszuschalten. Die Taktleitungen können als Punkt-Zu-Punkt-Verbindungen zwischen den Schnittstellen und den Steuereinheiten 8 bzw. 9 ausgeführt sein.

Das Bussystem kann in zwei Betriebszuständen betrieben werden. Im Falle einer ausschließlichen Übertragung von

Daten im synchronen Transfermodus werden beide Hälften 13a und 13b der Datengruppe 13 zur Übertragung identischer Daten verwendet. Die eine Hälfte 13a ist somit redundant zur anderen Hälfte 13b. Beide Hälften übertragen die gleichen Informationen. Auf beiden Hälften 13a bzw. 13b ist der gleiche Zeitschlitz einer ST-Zugriffseinheit bzw. beiden Zugriffseinheiten 6 und 7 für den Zeitschlitz-Austausch zugeordnet. Wie in der Fig. 2 zu erkennen ist, ist die Zugriffseinheit 6 nur mit der einen Hälfte 13b verbunden, während die andere Zugriffseinheit 7 für den Zeitschlitz-Austausch nur mit der ersten Hälfte 13a verbunden ist. Jedoch sind die übertragenen Informationen von den Zugriffseinheiten 6 und 7 für den Zeitschlitz-Austausch nicht notwendigerweise synchron auf beiden Hälften 13a und 13b. Für Informationen, die von den Zugriffseinheiten 6 bzw. 7 kommen, ist eine Verschiebung um eine Pulsrahmenlänge (z. B. 125 µs) möglich. Das resultiert aus der Tatsache, daß die redundanten Zugriffseinheiten 6 bzw. 7 für den Zeitschlitz-Austausch nicht mikrosynchron sind und jede Zugriffseinheit 6 bzw. 7 für den Zeitschlitz-Austausch nur auf eine Bushälfte 13a bzw. 13b zugreift. Das kann einen Verlust von Daten für den Zeitschlitz-Austausch zur Folge haben, wenn von einer Bushälfte 13a auf die andere Bushälfte 13b übergewechselt wird.

Die Daten werden im synchronen Transfermodus, wie oben erwähnt wurde, redundant in beiden Hälften 13a und 13b der Datengruppe 13 übertragen. Dabei werden die übertragenen Nutzinformationen jeweils von der angesprochenen Zugriffseinheit bzw. der Steuereinheit von derjenigen Hälfte 13a bzw. 13b übernommen, die durch Voreinstellung bestimmt worden ist. Die ST-Daten sind paritätsgeschützt, wobei im Falle eines Paritätsfehlers in der durch Voreinstellung bestimmten Hälfte 13a bzw. 13b die Nutzinformationen von der jeweils anderen Hälfte 13b bzw. 13a übernommen werden. Die falsch übertragenen Nutzinformationen werden dabei nicht gespeichert. Zusätzlich oder alternativ zum Paritätsschutz kann ein Datenvergleich der Inhalte beider Bushälften 13a und 13b durchgeführt werden.

Für die Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus wird die Datengruppe beispielsweise im vorliegenden Ausführungsbeispiel als 64-Bit-Bus betrachtet, der fehlererkennungs- und korrekturgeschützt ist, wofür zusätzlich sieben Bits für jede 32-Bit-Hälfte 13a bzw. 13b notwendig sind. Dadurch können Einzelbitfehler erkannt und innerhalb eines Taktes korrigiert werden. Fehler, die zwei Bit betreffen, werden lediglich erkannt. Schwerere Fehler, die mehr als zwei Bit betreffen, werden per Datenvergleich erkannt und führen zur Abschaltung der betroffenen Hälfte 13a bzw. 13b, wodurch die zur Übertragung verfügbare Bandbreite halbiert wird.

Alternativ ist es auch möglich, im asynchronen Transfermodus Daten redundant über beide Hälften 13a und 13b zu übertragen, wobei auch diese Datenübertragung fehlererkennungs- und korrekturgeschützt ist. Dadurch wird die Redundanz im Gegensatz zum 64-Bit-Bus erhöht, da ein vollständig redundantes System vorliegt, wobei allerdings nur die halbe Bandbreite zur Verfügung steht. Der jeweilige Übertragungszustand für ST-Daten und AT-Daten trifft jeweils auch auf die ST-Steuerelemente und die AT-Steuerelemente zu. Weiterhin gibt es für beide Übertragungsarten, nämlich die Übertragung im synchronen und im asynchronen Transfermodus, die Möglichkeit des Multicast. Multicast bedeutet das Verteilen von Daten ausgehend von einer Quelle wie z. B. einer Steuereinheit zu einer Gruppe von angeschlossenen Zugriffseinheiten oder zu allen angeschlossenen Zugriffseinheiten. Im Falle einer Verteilung von Daten zu allen Zugriffseinheiten spricht man von Broadcast. Für Multicast von ST-Daten werden alle betroffenen Zugriffseinheiten von

der Steuereinheit über die Zuteilung eines speziellen Multicast-Zeitschlitzes informiert. Bei der Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus wird der Multicast durch den Leitkopf 35 jeder Zelle 34 unterstützt, in dem Multicast-Gruppen adressiert werden können.

In Fig. 14 ist der Fehlerschutz bei der Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus zwischen den Steuereinheiten 8 bzw. 9 und angeschlossenen ST-Zugriffseinheiten dargestellt. Das dargestellte Fehlerschutzsystem gilt jedoch nicht für die Zugriffseinheiten 6 bzw. 7 für den Zeitschlitz-Austausch. Bei der Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus zwischen ST-Zugriffseinheiten und Steuereinheiten 8 bzw. 9 wird in beiden Hälften 13a und 13b der Datengruppe 13 die gleiche Information in synchroner Weise übertragen. Die empfangene Zugriffseinheit wird die Daten von der vorbestimmten Hälfte 13a der Datengruppe 13 übernehmen, wenn beide Hälften 13a und 13b verfügbar sind und keine Übertragungsfehler auftreten. Bei einem Übertragungsfehler werden die fehlerhaften Daten nicht in den Zwischenspeichern 77 bzw. 80 der ST-Zugriffseinheit gespeichert.

In Fig. 14 ist schematisch eine Fehlerüberprüfungsanordnung einer ST-Zugriffseinheit gezeigt, die mit den beiden Hälften 13a und 13b der Datengruppe 13 verbunden ist. Die in der jeweiligen Hälfte 13a bzw. 13b ankommenden Daten werden in einem jeweiligen Empfangselement 74 empfangen und jeweils einem Zwischenspeicher 80 zugeleitet, in dem sie zwischengespeichert werden. Gleichzeitig leitet das Empfangselement die empfangenen Paritätsbits einem jeweiligen Paritätsprüfelement 76 zu, das die Paritätsbits der empfangenen Daten überprüft. Das jeweilige Paritätsprüfelement 76 ist dabei mit dem jeweiligen Zwischenspeicher 80 verbunden, dem jeweils außerdem eine Schreibleitung 82 und eine Taktleitung 81 zugeführt sind. Die Ausgänge der beiden Zwischenspeicher 80 sind zu einer Dateneingangsleitung 73 zusammengefaßt.

Weiterhin weist die ST-Zugriffseinheit für beide Hälften 13a und 13b jeweils einen Zwischenspeicher 77 auf, dem eine gemeinsame Datenausgangsleitung 72 zugeführt ist, ebenso wie jeweils eine Taktleitung 78 und eine Leseleitung 79. Der jeweilige Ausgang des Zwischenspeichers 77 wird über ein jeweiliges Sendeelement 75 der entsprechenden Hälfte 13a bzw. 13b der Datengruppe 13 zugeführt. Die beiden Ausgangsleitungen 83 und 84 der Paritätsprüfelemente 76 werden jeweils einem Paritätszähler 86 und einem Paritätszähler 87 zugeführt. Die beiden Paritätszähler 86 und 87 bilden dabei einen Teil des Buszugriff-Steuerelementes 85 einer Steuerschnittstelle 88. Der Paritätszähler 86 ist mit der Ausgangsleitung 83 verbunden, während der Paritätszähler 87 mit der Ausgangsleitung 84 verbunden ist. Dabei zählt der Paritätszähler 86 beispielsweise die Paritätsfehler 0, während der Paritätszähler 87 beispielsweise die Paritätsfehler 1 zählt.

Im Falle eines Paritätsfehlers wird in den Paritätszählern 86 bzw. 87 ein Paritätsfehler aufaddiert, bis er einen Schwellenwert erreicht. Bei Erreichen des vorbestimmbaren Schwellenwertes wird ein Unterbrechungssignal an die Steuereinheit 8 bzw. 9 gesandt. Die Leitung 89 der Steuerschnittstelle 88 stellt eine Adressen- und Datenverbindungsleitung zu der an der Schnittstelle angeschlossenen Steuereinheit 8 bzw. 9 her. Zusätzlich zu der Paritätsfehlererkennung mit der in Fig. 14 gezeigten Anordnung können weiterhin Datenkomparatoren vorgesehen sein, die die in beiden Hälften 13a und 13b übertragenen Daten vergleichen, um etwaige Fehler festzustellen.

In Fig. 15 ist ein Diagramm gezeigt, das die Steuerung der Übertragung von Daten in dem erfindungsgemäßen Bussystem erklärt. Mit dem Bezugszeichen 90 ist dabei das Bu-

staktsignal, das dem Zeitschlitztaktsignal entspricht, dargestellt. Der Pfeil 57 kennzeichnet die Länge eines Anforderungskanales, in dem die Zugriffseinheiten Anforderungssignale zur Anforderung des zweiten Containers für die Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus anfordern können. Diese Zeitschlitze für die Anforderungssignale der verschiedenen AT-Zugriffseinheiten sind mit dem Bezugszeichen 91 gekennzeichnet, wobei die Anforderungszeitschlitze verschiedener Zugriffseinheiten durch verschiedene Schraffuren verdeutlicht sind.

Das Bezugszeichen 92 kennzeichnet ein internes Anforderungssignal, das von einer AT-Zugriffseinheit m zur Anforderung des zweiten Containers an die anderen Zugriffseinheiten bzw. die Steuereinheiten übermittelt wird. Das Bezugszeichen 93 verdeutlicht das Anforderungssignal 97 der Zugriffseinheit m in dem entsprechenden Zeitschlitz in der Anforderungsleitung. Das Bezugszeichen 98 kennzeichnet das Anforderungssignal einer AT-Zugriffseinheit n ebenfalls zur Anforderung des zweiten Containers.

Das Bezugszeichen 94 kennzeichnet die Datenleitung, wobei Zeitschlitze 30 zur Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus dargestellt sind. Mit dem Bezugszeichen 95 ist die Datenleitung in dem Zustand dargestellt, in dem tatsächlich die AT- und ST-Daten in ihr übertragen werden. Die Zeitschlitze 30 des ersten Containers genießen Priorität vor den Paketen 100 und 101, in denen Daten im asynchronen Transfermodus im zweiten Container übertragen werden. Die Zeitschlitze 30 für die Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus werden dabei lediglich durch die an vorbestimmten Stellen im jeweiligen Pulsrahmen angeordneten ST-Steuerdaten 28 unterbrochen. In den Zeitschlitzen, in denen keine ST-Datenschlitze 30 übertragen werden, werden die Zellen bzw. Pakete 100 und 101 für die AT-Daten eingefügt. Dabei ist das AT-Datenpaket 100 beispielsweise durch einen ST-Datenschlitz 30 in zwei Hälften 100a und 100b unterteilt. Ebenso ist das AT-Datenpaket 101 durch einen Zeitschlitz 30 in zwei Datenpakete 101a und 101b unterteilt.

Der Pfeil 103 kennzeichnet die Belegung der Datenleitungen durch das lange AT-Datenpaket 100 von der Zugriffseinheit m, während der Pfeil 104 die Belegung der Datenleitungen durch das kurze AT-Datenpaket 101 von der Zugriffseinheit n kennzeichnet. Das Bezugszeichen 96 kennzeichnet ein Beispiel für ein Busbetriebssignal, mit dem die Belegung der Datenleitungen durch AT-Datenpakete gekennzeichnet ist. Wie in der Fig. 15 zu erkennen ist, kündigt das Busbetriebssignal 96 im erläuterten Ausführungsbeispiel das Ende eines AT-Datenpaketes zwei Zeitschlitze vor dem tatsächlichen Ende des AT-Datenpaketes an. Dabei kann das Busbetriebssignal 96 AT-Datenpakete, die nur zwei Datenschlitze lang sind, nicht kennzeichnen, wie z. B. das AT-Datenpaket 101, und im Falle einer Unterbrechung eines AT-Datenpaketes durch einen Zeitschlitz 30 wird das Busbetriebssignal 96 unterbrochen. Der Zeitschlitz 102 ist datenfrei.

Wie oben bereits erläutert wurde, sind bei der Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus feste Zeitschlitze 30 den angeschlossenen ST-Zugriffseinheiten zugeordnet. Das wird zentral durch die Steuereinheiten 8 bzw. 9 in Übereinstimmung mit der erforderlichen Übertragungsbandbreite durchgeführt, wobei ein Maximalwert von $4 \times 64 \text{ kbit/s} = 256 \text{ kbit/s}$ in redundanter Weise innerhalb eines Zeitschlitzes übertragen wird. Das bedeutet, daß alle vier Bytes innerhalb der beiden 32-Bit-Hälften 13a und 13b verwendet werden. Eine ST-Zeitschlitztafel in jeder Schnittstelle bzw. in jeder Zugriffseinheit enthält die Zuordnung von Zeitschlitzen 30 zu der entsprechenden Schnittstellenposition und wird durch das Buszugriffs-Steuerelement in

jeder Zugriffseinheit unter Verwendung der Multicast-Möglichkeit des Busses oder über den Kopf 27 der Pulsrahmen 39 aktualisiert. Somit beträgt die maximale Verzögerung für zu übertragenden ST-Datenverkehr in dem Bus 125 μs .

Für die in dem zweiten Container zu übertragenden AT-Datenpakete steuern die AT-Zugriffseinheiten den Bus selbstständig, d. h. dezentralisiert an. Das ist möglich, da das Wissen über besetzte ST-Zeitschlitze 30 und über angeforderte Zeitschlitze 34 für den asynchronen Transfermodus in allen Zugriffseinheiten vorhanden ist. Abhängig von den verschiedenen Busanforderungs-Paritätspegeln kann eine AT-Zugriffseinheit den Zugriff auf den Bus selbstständig steuern. Um die Verwendung verschiedener Paket- bzw. Zellgrößen 34 zu ermöglichen, wird das zusätzliche Busbetriebssignal verwendet, das die Größe und das Ende eines AT-Datenpaketes anzeigt.

Unter Verwendung der dezentralisierten Anforderung für den zweiten Container zur Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus wird die maximale Verzögerung bei der Übersendung von AT-Datenpaketen 35 μs . Dieser Wert hängt von den festgelegten Prioritäten und der Busanforderungskapazität ab. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wurden vier verschiedene Prioritätspegel festgelegt, wobei die Priorität von Zellen, die nicht die höchste Priorität haben, erhöht wird, wenn sie bereits lange warten. Die Lösung der dezentralisierten Busanforderung ebenso wie die Implementierung der Anforderungsleitungen in dem Bussystem wurde gewählt, um die Pinanzahl auf der Busgrundplatte zu verringern. Dabei ist anzumerken, daß das gesamte Bussystem des bevorzugten Ausführungsbeispiels auf eine möglichst geringe Pinanzahl der Schnittstellen auf der Busgrundplatte 62 ausgelegt worden ist. Eine zentralisierte Busanforderung für die Übersendung von AT-Datenpaketen im zweiten Container durch die Steuereinheiten 8 bzw. 9 würde zusätzliche Steuerleitungen wie Adressleitungen, Busfreigabeleitungen etc. erfordern, die redundant sein müßten. Die dezentralisierte Anforderung erfordert jedoch mehr logische Elemente in den Schnittstellen bzw. den Zugriffseinheiten und Speicher für ST-Zeitschlitztafeln in jeder AT-Zugriffseinheit.

In den Buszugriffs-Steuerelementen 10 der Steuereinheiten 8 bzw. 9 wird ein Minimum an Überwachung und Steuerung des Busses durchgeführt, wobei diese Busverwaltung in drei Hauptteile aufgeteilt werden kann, nämlich Bussteuerung, Busüberwachung und Zugriffseinheitensteuerung. Die Bussteuerung umfaßt das Aktivieren bzw. Deaktivieren der Schnittstellen der Zugriffseinheiten, der Überwachung der Anwesenheit bzw. Abwesenheit von Zugriffseinheiten und das Auffüllen unbenützter Zeitschlitze, in denen keine Daten übertragen werden, mit Lehrinformationen, um ein Floaten des Busses zu vermeiden. Die Busüberwachung umfaßt die Beobachtung der Busanforderungen, die Überwachung der Länge der beiden Container und die Steuerung des Busparkmechanismus.

Die Steuerung der Zugriffseinheiten umfaßt die Steuerung der Taktsignale. Die Steuereinheiten 8 bzw. 9 informieren alle angeschlossenen Zugriffseinheiten, woher der Zeitschlitztakt und der Rahmentakt genommen werden sollen. Die angeschlossenen Zugriffseinheiten können dabei lediglich die Anwesenheit oder Abwesenheit der Taktsignale beobachten, jedoch nicht steuern. Aus diesem Grund kann eine Schnellumschaltung von einer Taktquelle zu einer redundanten Taktquelle vorgesehen werden. Die Informationen von den Steuereinheiten 8 bzw. 9 an die Zugriffseinheiten, woher die Taktsignale genommen werden sollen, können entweder durch Übersendung eines Befehles an alle angeschlossenen Zugriffseinheiten (Broadcast) oder an eine Gruppe von angeschlossenen Zugriffseinheiten (Multicast)

oder durch Verwendung einer Kombination der Verwaltungs- und der Abschaltleitungen des Busses durchgeführt werden.

Weiterhin können die Steuereinheiten 8 bzw. 9 über eine Kombination der Verwaltungs- und der Abschaltleitungen einen Zurücksetzbefehl an die angeschlossenen Zugriffseinheiten aussenden, der die betroffenen Zugriffseinheiten zurücksetzt. Durch das Zurücksetzen werden alle Zugriffseinheiten deaktiviert oder in einen Empfangszustand umgeschaltet. Von den betroffenen Zugriffseinheiten kann dabei kein Signal außer dem Anwesenheits- bzw. Abwesenheitssignal an die Steuereinheiten 8 bzw. 9 mehr ausgesendet werden. Ein Freigabebefehl von den Steuereinheiten 8 bzw. 9 zu den angeschlossenen bzw. betroffenen Zugriffseinheiten, der über eine Kombination der Verwaltungs- und der Abwesenheitsleitungen übertragen wird, gibt die Zugriffseinheiten aus dem zurückgesetzten Zustand frei, beläßt sie jedoch im Empfangszustand. Dabei können die Zugriffseinheiten ihren Selbsttest starten.

Durch einen Befehl zum temporären Zurücksetzen der Zugriffseinheiten können die Steuereinheiten 8 bzw. 9 über eine Kombination der Verwaltungs- und der Abwesenheitsleitungen die entsprechenden Zugriffseinheiten in einen Deaktivierungszustand oder einen Empfangszustand setzen. Dabei kann von den Zugriffseinheiten kein Signal an die Steuereinheiten ausgesendet werden, außer dem Anwesenheits- bzw. Abwesenheitssignal. Parallel können jedoch die Zugriffseinheiten ihren Selbsttest starten.

Ein weiteres Erfordernis für das erfindungsgemäße Bussystem ist, daß weitere Zugriffseinheiten während des Betriebes des Bussystems an entsprechende Schnittstellen zugesteckt werden können. Dabei darf die Einführung oder Entfernung einer Zugriffseinheit kein Einfluß auf den Betrieb des Systemes haben. Dieses Erfordernis wird durch die Verwendung von Gleichstrom-Gleichstrom-Umsetzern (DC/DC-Umsetzern) 110 und eine Sperlogik 106 für die Transceiver 107 in den Zugriffseinheiten 2 erreicht, wie es beispielsweise in Fig. 16 dargestellt ist. Dabei ist ein DC/DC-Umsetzer 110 in jeder Zugriffseinheit mit einer Stromüberwachung 109 verbunden, die mit der Sperlogik 108 gekoppelt ist. Die Sperlogik steuert den Transceiver 107 der Zugriffseinheit 2, wobei ein vorausseilender Stift 105 der Zugriffseinheit 2 mit der Sperlogik 108 und dem Transceiver 107 verbunden ist.

Beim Einführen der Zugriffseinheit 2 in die Schnittstelle wird zuerst der vorausseilende Stift 105 die Schnittstelle kontaktieren. Der vorausseilende Stift 105 garantiert eine definierte Spannung an dem Aktivierungsausgang des Transceivers 107, der zum Senden und Empfangen im Tristate-Zustand bleibt. Während dem Starten des DC/DC-Umsetzers bleibt der Transceiver 107 im Tristate-Zustand, was durch die Sperlogik 108 gewährleistet wird. Die Anwesenheitsleitung 22 kann anzeigen, daß zumindest die Zugriffseinheit 2 anwesend ist und der Selbsttest der Zugriffseinheit 2 erfolgreich abläuft. Danach kann die Steuereinheit 8 bzw. 9 die Schnittstelle der Zugriffseinheit aktivieren. Ebenso wie die Zugriffseinheiten können auch die Steuereinheiten 8 bzw. 9 vorausseilende Stifte 106 aufweisen, so daß beispielsweise eine zweite Steuereinheit 9 während des Betriebes des Bussystemes mit einer ersten Steuereinheit 8 hinzugefügt werden kann.

Wie weiter oben bereits erwähnt wurde, erfolgt die Übertragung von Datenpaketen 34 im asynchronen Transfermodus in der Datengruppe 13 im bevorzugten Ausführungsbeispiel mit vier Prioritäten. Die höchste Priorität ist für den Transport von AT-Datenpaketen mit einer konstanten Bitrate oder Spitzenbitrate, während die nächsten Prioritäten für die variable Bitrate, die verfügbare Bitrate und die unbestimmte

Bitrate festgelegt sind. Diese Prioritäten gelten nur lokal, d. h. innerhalb der jeweiligen Zugriffseinheit, wobei dem Bus selbst nur eine Priorität bekannt ist. Wie in Fig. 17 dargestellt ist, sind die angeschlossenen Zugriffseinheiten 111 bis 115 durch eine Rückstauleitung 16 verbunden. Die Pfeile 121 stellen die Datenübertragungsrichtung dar. Damit werden im in Fig. 17 dargestellten Beispiel die Daten von den Zugriffseinheiten 111, 112 und 113 an die Zugriffseinheit 114 übermittelt, die sie über ihre Ausgangsleitung 120 weiter sendet. Die die Daten aussendenden Zugriffseinheiten 111, 112 und 113 werden über ihre Eingangsleitungen 119 mit Daten versorgt. Jede Zugriffseinheit weist dabei einen Ausgangs-Zwischenspeicher 116 und zwei Eingangs-Zwischenspeicher 117 für die über die Datengruppe 13 von anderen Zugriffseinheiten empfangenen Daten auf. Die Zugriffseinheiten 111, 112, 113 und 114 weisen einen kleinen Ausgangs-Zwischenspeicher 116 auf, während die Zugriffseinheit 115 einen großen Ausgangs-Zwischenspeicher 118 besitzt.

In Fig. 18 ist das in Fig. 17 dargestellte Rückstausystem genauer dargestellt. Die Zugriffseinheit 115 umfaßt einen großen Ausgangs-Zwischenspeicher 118, dem einen Ausgangsspeicher 122 für Daten mit konstanter Bitrate und einen Ausgangsspeicher 123 für die Daten mit anderen Bitraten, wie z. B. variabler Bitrate, verfügbarer Bitrate oder unbestimmter Bitrate beinhaltet. Die von den Zugriffseinheiten 112 bzw. 113 kommenden Daten werden über die Datengruppe 13 dem Ausgangsspeicher 122 oder dem Ausgangsspeicher 123 der Zugriffseinheit 115 abhängig von ihrer Bitrate zugeführt. Dabei ist der Ausgangsspeicher 122 mit der Rückstauleitung 116 verbunden, die bei einer Überfüllung des Ausgangsspeichers 123 ein Rückstausignal an den Eingangsspeicher 124 der anderen Zugriffseinheiten 112 und 113 sendet. Der Eingangsspeicher 124 der Zugriffseinheiten 112 und 113 dient zur Zwischenspeicherung von Daten mit variabler Bitrate, verfügbarer Bitrate oder unbestimmter Bitrate. Ein Eingangsspeicher 125 der Zugriffseinheiten 112 und 113 dient zur Zwischenspeicherung von Daten mit konstanter Bitrate.

Die beiden Speicher 124 der beiden Zugriffseinheiten 112 bzw. 113 sind mit einer Eingangsleitung 119a für Daten mit nicht konstanter Bitrate verbunden, während die beiden Eingangsspeicher 125 mit einer Eingangsleitung 119b für Daten mit konstanter Bitrate verbunden sind. Die beiden Eingangsleitungen 119a und 119b bilden gemeinsam die Eingangsleitung 119 der Zugriffseinheiten.

Falls von dem Ausgangsspeicher 123 für nicht konstante Bitraten der Zugriffseinheit 115 ein Rückstausignal an alle AT-Zugriffseinheiten 112 und 113 gemeldet wird, so wird auf ein nicht blockierendes System zurückgestaut, in dem in die Eingangsspeicher 125 nur noch Zellen mit einer konstanten Bitrate und mit einer variablen Bitrate dergestalt eingelesen werden, daß die Gesamtbitrate kleiner als 85% der Leitungsbitrate ausgangsseitig ist. Weiterhin werden Zellen mit verfügbarer Bitrate und mit unbestimmter Bitrate nicht mehr aus dem Eingangsspeicher 124 in den jeweiligen Eingangsspeicher 125 eingelesen. Bereits im Eingangsspeicher 125 befindliche Zellen mit variabler Bitrate, mit verfügbarer Bitrate bzw. mit unbestimmter Bitrate werden auch bei Anliegen eines Rückstausignales über die Datenleitung 13 übertragen, da alle anderen Baugruppen noch aufnahmefähig sind. Die anderen Baugruppen sind noch aufnahmefähig, da das Rückstausignal schon bei Überschreitung des vorbestimmten Schwellenwertes ausgelöst wird. Zellen mit konstanter Bitrate werden also auch bei Anliegen eines Rückstausignales weiterhin mit der höchsten Priorität direkt zur empfangenden Zugriffseinheit 115 übertragen. Der Ausgangsspeicher 123 für nicht konstante Bitraten der Zugriffs-

einheit 115 hat zwei oder drei Schwellenwerte, bei deren Überschreiten Rückstausignale an alle sendenden AT-Zugriffseinheiten 112, 113 zurückgesandt werden. Das Rückstausignal gibt damit den Füllgrad des Ausgangsspeichers 123 der Zugriffseinheit 115 an. Selbstverständlich können auch die Zugriffseinheiten 112 und 113 entsprechende Ausgangsspeicher 122 und 123 aufweisen. Damit wird ein blockierungsfreies System erhalten. Es könnte auch ein zweistufiges Rückstausignal implementiert werden, bei dem in einer zweiten Stufe auch Datenpakete mit einer variablen Bitrate nicht mehr in den Eingangsspeicher 125 übernommen werden.

Bezugszeichenliste

1 Bus
 2 AT-Zugriffseinheit
 3 ST-Zugriffseinheit
 4 ST-Zugriffseinheit
 5 Schnittstelle für AT-Umschaltnetz
 6 Zeitschlitz-Austauscheinheit
 7 Zeitschlitz-Austauscheinheit
 8 erste Steuereinheit
 9 zweite Steuereinheit
 10 Buszugriffs-Steuerelement
 11 Takterzeugungseinheit
 12 Verbindungsleitung zwischen den beiden Steuereinheiten
 13 Datenleitungsgruppe
 13a erste Hälfte der Datenleitungsgruppe
 13b zweite Hälfte der Datenleitungsgruppe
 14 Anforderungssignal-Leitungsgruppe
 14a Anforderungsleitungen C
 14b Anforderungsleitungen D
 15 Steuerleitungsgruppe
 16 Rückstauleitung
 17 Verwaltungsleitung
 18 Schnittstellen-Abschaltleitung
 19 Schnittstellen-Abschaltleitung
 20 Schnittstellen-Abschaltleitung
 21 Schnittstellen-Abschaltleitung
 22 Anwesenheitsleitung
 23 Anwesenheitsleitung
 24 Anwesenheitsleitung
 25 Anwesenheitsleitung
 26 ST-Rahmen
 27 Rahmenkopf
 28 Zeitschlitz für ST-Steuerdaten
 28a obere Hälfte des Zeitschlitzes für ST-Steuerdaten
 28a₁ obere Hälfte des Zeitschlitzes für ST-Steuerdaten für den Empfang
 28a₂ obere Hälfte des Zeitschlitzes für ST-Steuerdaten für das Senden
 28b untere Hälfte des Zeitschlitzes für ST-Steuerdaten
 29 Zeitschlitz für Bus-Überprüfungsdaten
 30 Zeitschlitz für ST-Daten
 30a obere Hälfte des Zeitschlitzes für ST-Daten
 30b untere Hälfte des Zeitschlitzes für ST-Daten
 31 AT-Rahmen
 32 Zeitschlitz für AT-Steuerdaten
 33 Bereich ohne AT-Daten
 34 AT-Datenpaket
 34a von ST-Daten unterbrochenes AT-Datenpaket
 34b von ST-Daten unterbrochenes AT-Datenpaket
 35 Leitkopf
 36 AT-Kopf
 37 Informationsbereich
 38 Prüfsummenfeld
 39 AT-/ST-Rahmen

40 Anforderungsrahmen
 41 AT-Steuerdaten
 42 Empfangsbyte für Zugriffseinheit 2 (n+1)
 43 Sendebyte für Zugriffseinheit 2 (n+1)
 44 Empfangsbyte für Zugriffseinheit 2 n+1
 45 Sendebyte für Zugriffseinheit 2 n+1
 46 Empfangsbyte für Zugriffseinheit A
 47 Empfangsbyte für Zugriffseinheit B
 48 Empfangsbyte für Zugriffseinheit C
 49 Empfangsbyte für Zugriffseinheit D
 50 Sendebyte für Zugriffseinheit A
 51 Sendebyte für Zugriffseinheit B
 52 Sendebyte für Zugriffseinheit C
 53 Sendebyte für Zugriffseinheit D
 54 Spezialrahmen
 55 Kopf mit Spezialinformationen
 56 Spezialinformationen
 57 Anforderungskanäle
 57₁ bis 57₂₀ Anforderungszeitschlitz für eine 1. bis 20. Zugriffseinheit
 58 Anforderungsdaten
 59 Paritätsbit
 60 Anforderungsdaten
 61 Paritätsbit
 62 Grundplatte für Bus
 63 Zugriffseinheit
 64 Buszugriffs-Steuerelement
 65 Treiber
 66 Referenztaktleitung
 67 Zeitschlitztaktleitung
 68 Rahmentaktleitung
 69 Systemtaktleitung
 70 zweite Rahmentaktleitung
 71 Anwesenheitsleitung für Steuereinheit
 72 Datenausgangsleitung
 73 Dateneingangsleitung
 74 Empfangselement
 75 Sendeelement
 76 Paritätsprüfelement
 77 Zwischenspeicher
 78 Taktleitung
 79 Leseleitung
 80 Zwischenspeicher
 81 Taktleitung
 82 Schreibleitung
 83 Fehlersignalleitung für Parität 0
 84 Fehlersignalleitung für Parität 1
 85 Buszugriffs-Steuerelement der Steuer-Schnittstelle
 86 Zähler für Parität 0
 87 Zähler für Parität 1
 88 Steuer-Schnittstelle
 89 Leitung zur Steuereinheit
 90 Bustaktsignal
 91 Zeitschlitz für Anforderungssignale
 92 internes Anforderungssignal der Zugriffseinheit m
 93 Anforderungssignale in Anforderungsleitung
 94 ST-Daten-Zeitschlitz in Datenleitung
 95 ST-/AT-Daten in Datenleitung
 96 Busbetriebssignal
 97 Anforderungssignal der Zugriffseinheit m
 98 Anforderungssignal der Zugriffseinheit n
 99
 100 langes AT-Datenpaket der Zugriffseinheit m
 100a erster Teil des langen AT-Datenpaketes
 100b zweiter Teil des langen AT-Datenpaketes
 101 kurzes AT-Datenpaket der Zugriffseinheit n
 101a erster Teil des kurzen AT-Datenpaketes
 101b zweiter Teil des kurzen AT-Datenpaketes

- 102 datenfreier Zeitschlitz
- 103 Übertragung des langen AT-Datenpaketes
- 104 Übertragung des kurzen AT-Datenpaketes
- 105 voreilender Stift einer Zugriffseinheit
- 106 voreilender Stift einer Steuereinheit
- 107 Transceiver
- 108 Sperlogik
- 109 Stromüberwachungselement
- 110 DC-DC-Umsetzer
- 111 sendende Zugriffseinheit
- 112 sendende Zugriffseinheit
- 113 sendende Zugriffseinheit
- 114 empfangende Zugriffseinheit
- 115 empfangende Zugriffseinheit
- 116 kleiner Ausgangs-Zwischenspeicher
- 117 Eingangs-Zwischenspeicher
- 118 großer Ausgangs-Zwischenspeicher
- 119 Eingangsleitung
- 119a Eingangsleitung für Daten mit konstanter Bitrate
- 119b Eingangsleitung für Daten mit wechselnder Bitrate
- 120 Ausgangsleitung
- 121 Datenübertragungsrichtung
- 122 Ausgangsspeicher für Daten mit konstanter Bitrate
- 123 Ausgangsspeicher für Daten mit nicht konstanter Bitrate
- 124 Eingangsspeicher für Daten mit nicht konstanter Bitrate
- 125 Eingangsspeicher für Daten mit konstanter Bitrate

Patentansprüche

1. Bussystem für ein-digitales Kommunikationsnetz, mit einem Bus (1) aus mehreren Gruppen von Leitungen zum Übertragen digitaler Signale, mehreren Schnittstellen zum Anschluß von Zugriffseinheiten an den Bus, und, zumindest eine Steuereinheit (8) zur Steuerung der Signalübertragung zwischen der Steuereinheit (8) und angeschlossenen Zugriffseinheiten bzw. zwischen angeschlossenen Zugriffseinheiten (8, 9), dadurch gekennzeichnet, daß jede Schnittstelle sowohl für den Anschluß einer Daten im synchronen Transfermodus übertragenden (ST-) Zugriffseinheit (3) als auch für den Anschluß einer Daten im asynchronen Transfermodus übertragenden (AT-) Zugriffseinheit (2) ausgelegt ist, und eine erste Gruppe von Leitungen (13) zur Übertragung von Daten innerhalb von aus Zeitschlitzten zusammengesetzten Pulsrahmen einer festen Länge vorgesehen ist, wobei die Pulsrahmen jeweils in einen ersten Container zur Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus und einen zweiten Container zur Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus unterteilt sind.
2. Bussystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (8) dem ersten Container in jedem Pulsrahmen feste Zeitschlitze für angeschlossene ST-Zugriffseinheiten (3) und dem zweiten Container auf Anforderung von angeschlossenen AT-Zugriffseinheiten (2) Zeitschlitze zuordnet, die dem ersten Container nicht zugeordnet sind oder von ihm nicht benötigt werden.
3. Bussystem gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Steuereinheit (8) die erste Gruppe (13) von Leitungen beim Übertragen von Daten im synchronen Transfermodus in zwei Hälften (13a, 13b) unterteilt, wobei in beiden Hälften (13a, 13b) der gleiche Zeitschlitz der gleichen Zugriffseinheit (3) zugeordnet ist, so daß beide Hälften die gleichen Daten

übertragen.

4. Bussystem gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jede Hälfte (13a, 13b) mehrere Paritätsleitungen zum Übertragen von Paritätsbits umfaßt, wobei die Steuereinheit (8) bzw. die jeweilige Zugriffseinheit (3) bei Detektion eines Paritätsfehlers in einer Hälfte (13a bzw. 13b) die Daten von der jeweils anderen Hälfte (13b bzw. 13a) empfängt.

5. Bussystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (8) die erste Gruppe (13) von Leitungen beim Übertragen von Daten im asynchronen Transfermodus in zwei Hälften (13a, 13b) unterteilt, wobei in beiden Hälften der gleiche Zeitschlitz der gleichen Zugriffseinheit zugeordnet ist, so daß beide Hälften die gleichen Daten übertragen.

6. Bussystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (8) beim Übertragen von Daten im asynchronen Transfermodus die zu übertragenden Daten auf die gesamte erste Gruppe (13) von Leitungen verteilt, wobei die erste Gruppe mehrere Leitungen zur Übertragung von Fehlerdetektions- und Korrekturdaten umfaßt und die Steuereinheit (8) die Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus beim Auftreten eines ernsthaften Fehlers auf die Hälfte (13a bzw. 13b) der Leitungen der ersten Gruppe (13) reduziert.

7. Bussystem gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Gruppe (13) zumindest eine Leitung zur Übertragung eines Busbetriebssignales aufweist, das von einer angeschlossenen AT-Zugriffseinheit erzeugt wird und das Ende der Übertragung von Daten durch diese AT-Zugriffseinheit kennzeichnet.

8. Bussystem, gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Gruppe (14) von Leitungen zur Übertragung von Anforderungssignalen innerhalb von aus Zeitschlitzten zusammengesetzten Pulsrahmen einer festen Länge vorgesehen ist, wobei jeder im Bussystem vorgesehenen Schnittstelle in jedem Pulsrahmen bestimmte Zeitschlitze zugeordnet sind, in denen an den entsprechenden Schnittstellen angeschlossene AT-Zugriffseinheiten (2) der Steuereinheit (8) Anforderungssignale zur Zuordnung eines zweiten Containers übermitteln können.

9. Bussystem gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine dritte Gruppe (15) von Leitungen zur Übertragung von Steuersignalen zur Steuerung angeschlossener Zugriffseinheiten (2, 3) und deren Schnittstellen vorgesehen ist.

10. Bussystem gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Gruppe (15) Rückstauleitungen (16) umfaßt, die bei der Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus zur Übertragung von Signalen dienen, mit denen die Übertragung von Daten verschiedener Prioritätsstufen gesteuert wird.

11. Bussystem gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine vierte Gruppe von Leitungen zur Übertragungen von Taktsignalen vorgesehen ist, wobei zumindest je eine (67, 68) dieser Leitungen zur Übertragung eines Pulsrahmen-Taktes und eines Zeitschlitz-Taktes von der angeschlossenen Steuereinheit (8) zu den angeschlossenen Zugriffseinheiten (2, 3) und zumindest eine (66) dieser Leitungen zur Übertragung eines Referenz-Taktes von den angeschlossenen Zugriffseinheiten (2, 3) zur Steuereinheit (8) dient.

12. Bussystem gemäß einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Steuereinheit (9) vorgesehen ist, deren Aufbau dem der ersten Steuereinheit (8) entspricht und die bei einer Fehlfunktion der ersten Steuereinheit (8) deren Aufgaben übernimmt.

13. Verfahren zur Übertragung von Signalen in einem Bussystem eines digitalen Kommunikationsnetzes, mit einem Bus (1) aus mehreren Gruppen von Leitungen zum Übertragen digitaler Signale, mehreren Schnittstellen zum Anschluß von Zugriffseinheiten (2, 3) an den Bus (1), und zumindest einer Steuer-Schnittstelle, an der eine Steuereinheit zur Steuerung der Signalübertragung zwischen der Steuereinheit (8) und angeschlossenen Zugriffseinheiten (2, 3) bzw. zwischen angeschlossenen Zugriffseinheiten (2, 3) angeschlossen werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß jede Schnittstelle sowohl für den Anschluß einer Daten im synchronen Transfermodus übertragenden (ST-) Zugriffseinheit (3) als auch für den Anschluß einer Daten im asynchronen Transfermodus übertragenden (AT-) Zugriffseinheit (2) ausgelegt ist, und Daten in einer ersten Gruppe (13) von Leitungen innerhalb von aus Zeitschlitten zusammengesetzten Pulsrahmen einer festen Länge übertragen werden, wobei die Pulsrahmen jeweils in einen ersten Container zur Übertragung von Daten im synchronen Transfermodus und einen zweiten Container zur Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus unterteilt werden.

14. Verfahren Bussystems gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem ersten Container in jedem Pulsrahmen feste Zeitschlitz für angeschlossene ST-Zugriffseinheiten und dem zweiten Container auf Anforderung von angeschlossenen AT-Zugriffseinheiten Zeitschlitz zugeordnet werden, die dem ersten Container nicht zugeordnet worden sind oder von ihm nicht benötigt werden.

15. Verfahren zur Steuerung eines Bussystems gemäß Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Gruppe von Leitungen beim Übertragen von Daten im synchronen Transfermodus in zwei Hälften unterteilt wird, wobei in beiden Hälften der gleiche Zeitschlitz der gleichen Zugriffseinheit zugeordnet wird, so daß in beide Hälften die gleichen Daten übertragen werden.

16. Verfahren zur Steuerung eines Bussystems gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß jede Hälfte mehrere Paritätsleitungen zum Übertragen von Paritätsbits umfaßt, wobei von einer angeschlossenen Steuereinheit bzw. einer jeweiligen Zugriffseinheit bei Detektion eines Paritätsfehlers in einer Hälfte die Daten von der jeweils anderen Hälfte empfangen werden.

17. Verfahren zur Steuerung eines Bussystems gemäß einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Gruppe von Leitungen beim Übertragen von Daten im asynchronen Transfermodus in zwei Hälften unterteilt wird, wobei in beiden Hälften der gleiche Zeitschlitz der gleichen Zugriffseinheit zugeordnet wird, so daß von beiden Hälften die gleichen Daten übertragen werden.

18. Verfahren zur Steuerung eines Bussystems gemäß einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß beim Übertragen von Daten im asynchronen Transfermodus die zu übertragenden Daten auf die gesamte erste Gruppe von Leitungen verteilt werden, wobei die erste Gruppe mehrere Leitungen zur Übertragung von Fehlerdetektions- und Korrekturdaten umfaßt und die Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus beim Auftreten eines ernsthaften Feh-

lers auf die Hälfte der Leitungen der ersten Gruppe reduziert wird.

19. Verfahren zur Steuerung eines Bussystems gemäß einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest in einer Leitung der ersten Gruppe ein Übertragungssignal übertragen wird, das von einer AT-Zugriffseinheit erzeugt wird und das Ende der Übertragung von Daten durch diese Zugriffseinheit kennzeichnet.

20. Verfahren zur Steuerung eines Bussystems gemäß einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß in einer zweiten Gruppe von Leitungen Anforderungssignale innerhalb von aus Zeitschlitten zusammengesetzten Pulsrahmen einer festen Länge übertragen werden, wobei jeder im Bussystem vorgesehenen Schnittstelle in jedem Pulsrahmen bestimmte Zeitschlitz zugeordnet werden, in denen von an den entsprechenden Schnittstellen angeschlossenen AT-Zugriffseinheiten Anforderungssignale zur Zuordnung eines zweiten Containers übermittelt werden können.

21. Verfahren zur Steuerung eines Bussystems gemäß einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß in einer dritten Gruppe von Leitungen Steuerungssignale zur Steuerung angeschlossener Zugriffseinheiten und ihrer Schnittstellen übertragen werden.

22. Verfahren zur Steuerung eines Bussystems gemäß Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß in der dritten Gruppe von Leitungen bei der Übertragung von Daten im asynchronen Transfermodus weiterhin Rückstau-Signale übertragen werden, mit denen die Übertragung von Daten verschiedener Prioritätsstufen gesteuert wird.

23. Verfahren zur Steuerung eines Bussystems gemäß einem der Ansprüche 13 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß in einer vierten Gruppe von Leitungen Taktsignale übertragen werden, wobei in zumindest je einer dieser Leitungen ein Pulsrahmen-Takt und ein Zeitschlitz-Takt von einer angeschlossenen Steuereinheit zu angeschlossenen Zugriffseinheiten und zumindest in einer dieser Leitungen ein Referenz-Takt von den angeschlossenen Zugriffseinheiten zur angeschlossenen Steuereinheit übertragen werden.

24. Verfahren zur Steuerung eines Bussystems gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 13 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Bus eine zweite Steuer-Schnittstelle zum Anschluß einer zweiten Steuereinheit aufweist, deren Aufbau dem der ersten Steuereinheit entspricht, wobei eine angeschlossene zweite Steuereinheit bei einer Fehlfunktion der ersten Steuereinheit deren Aufgaben übernimmt.

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

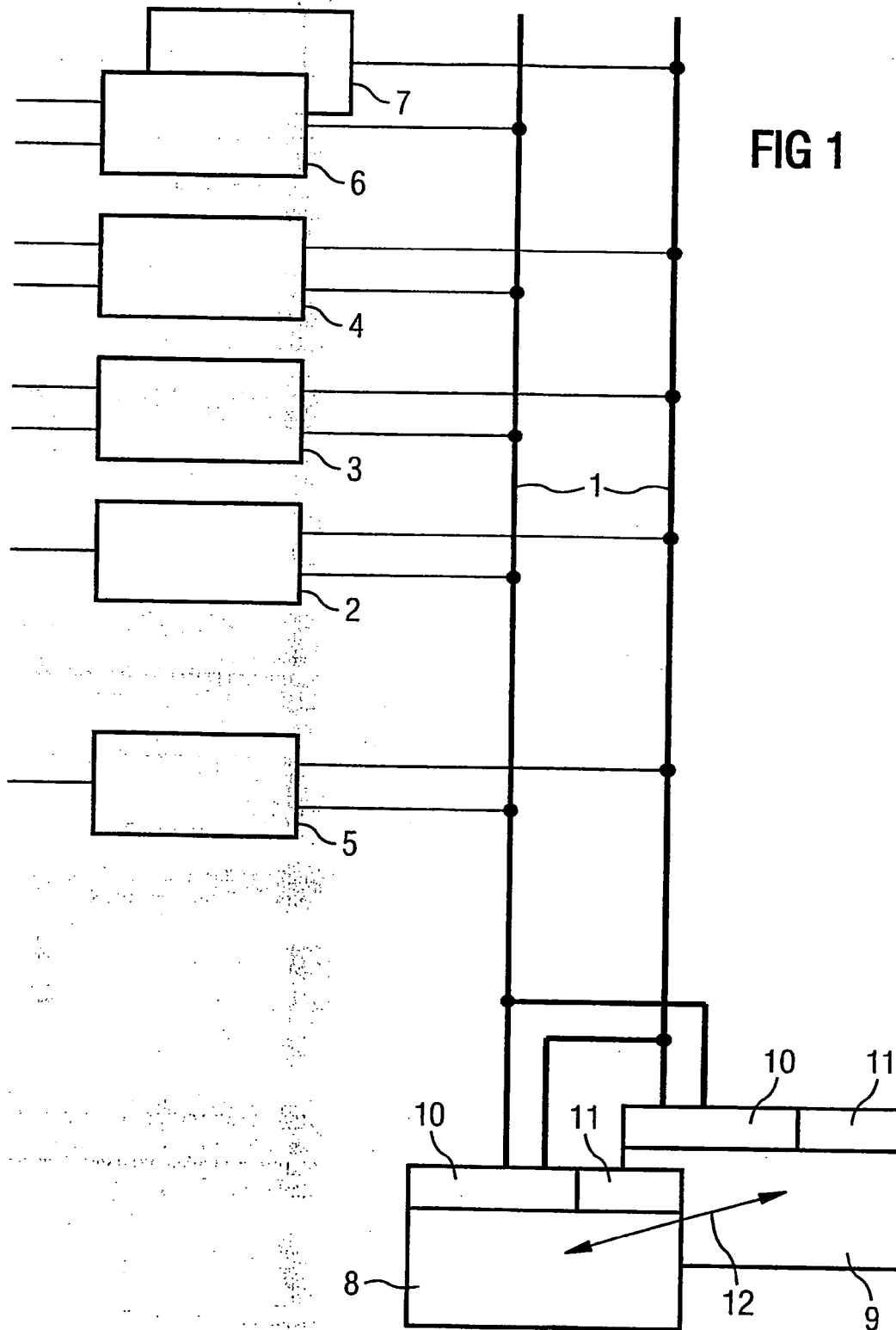


FIG 2

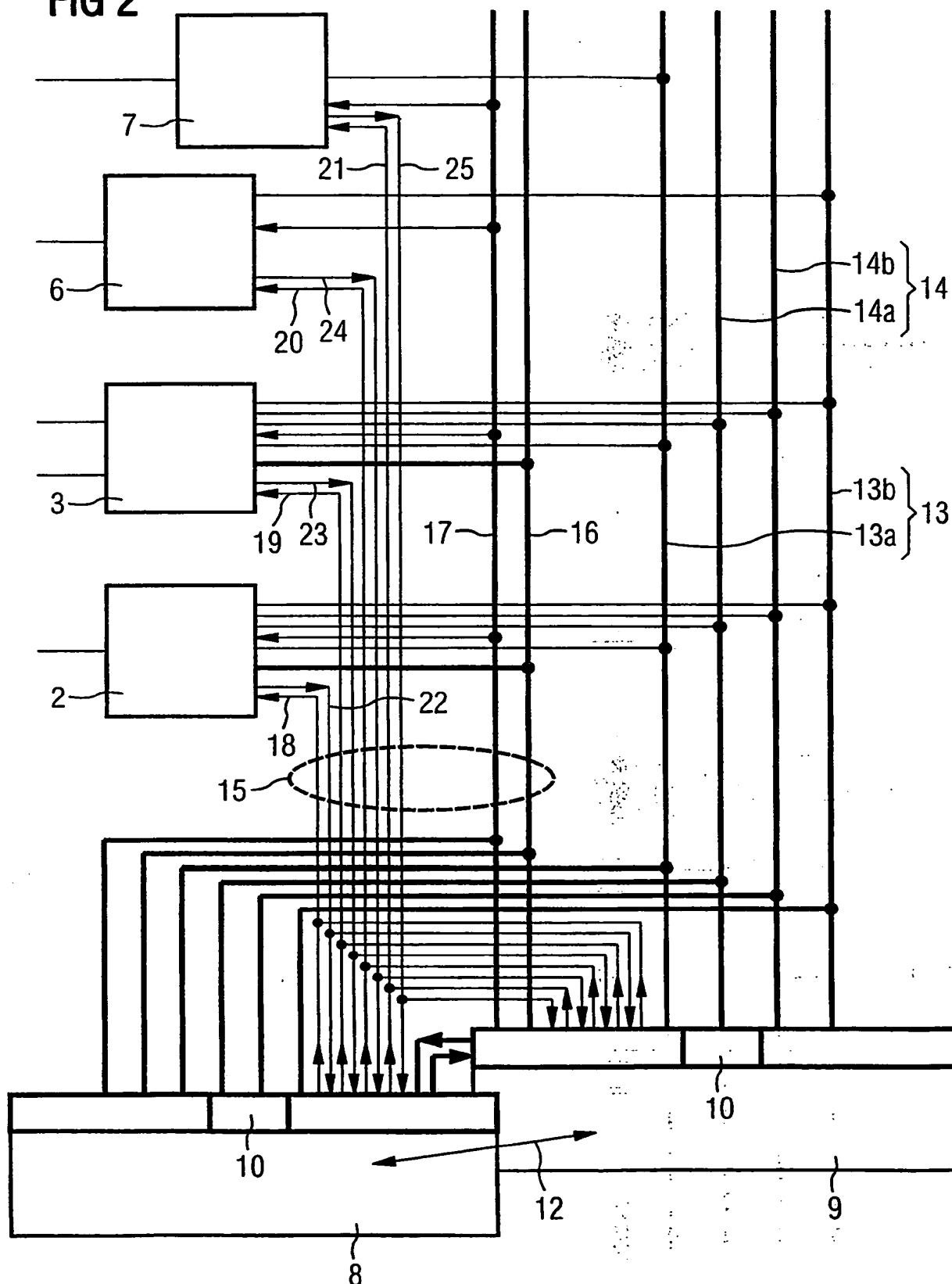


FIG 3

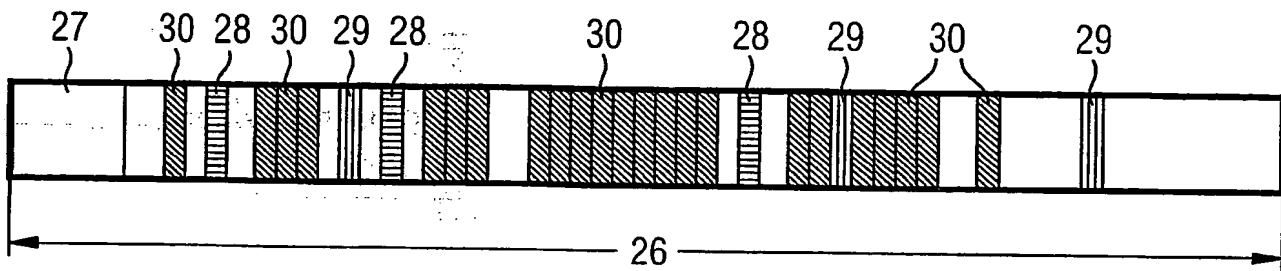


FIG 4

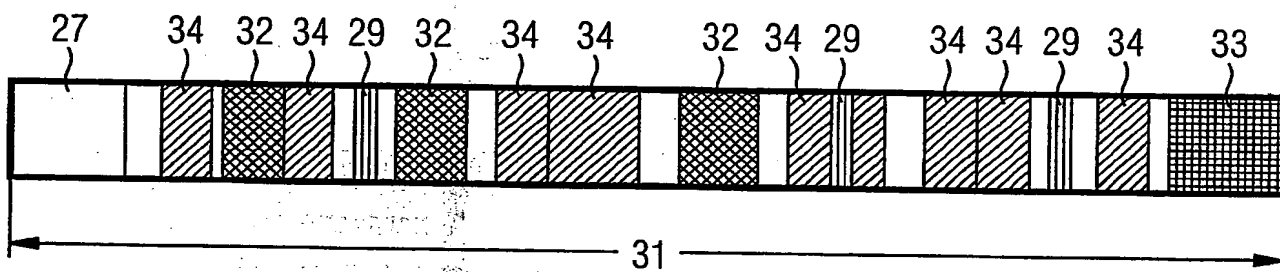


FIG 5

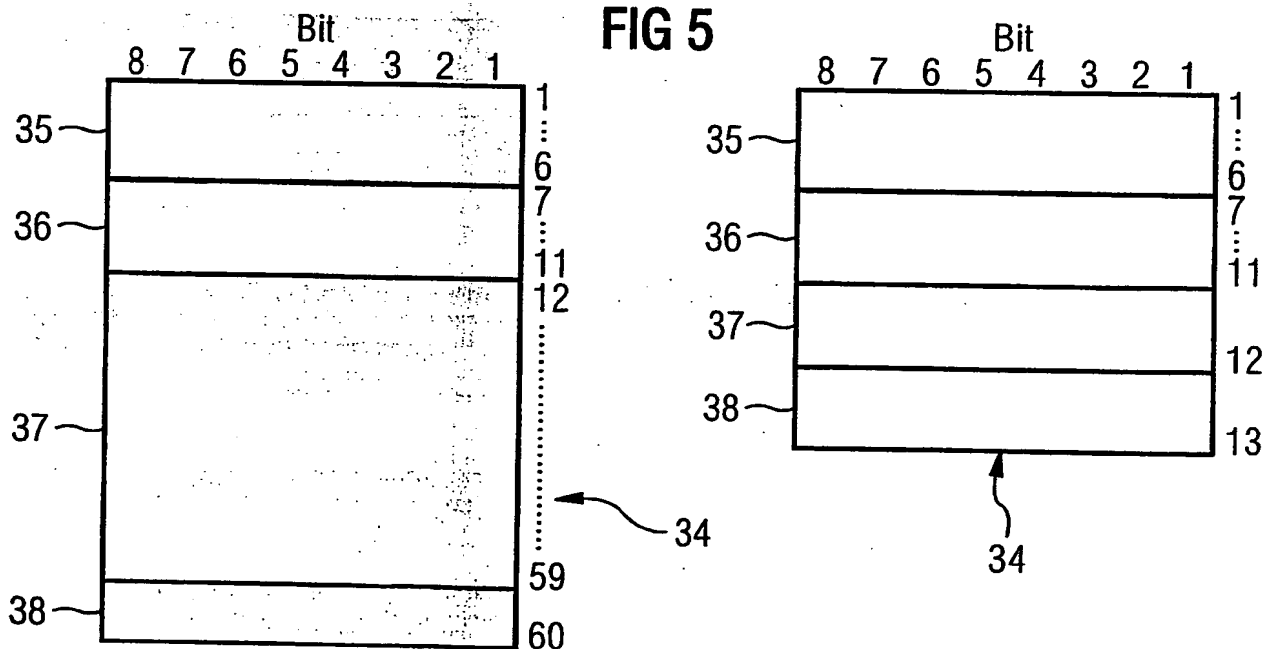


FIG 6

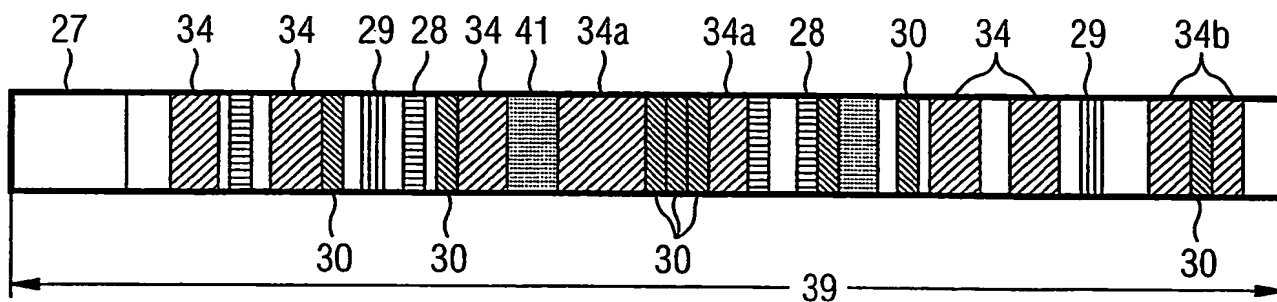


FIG 7

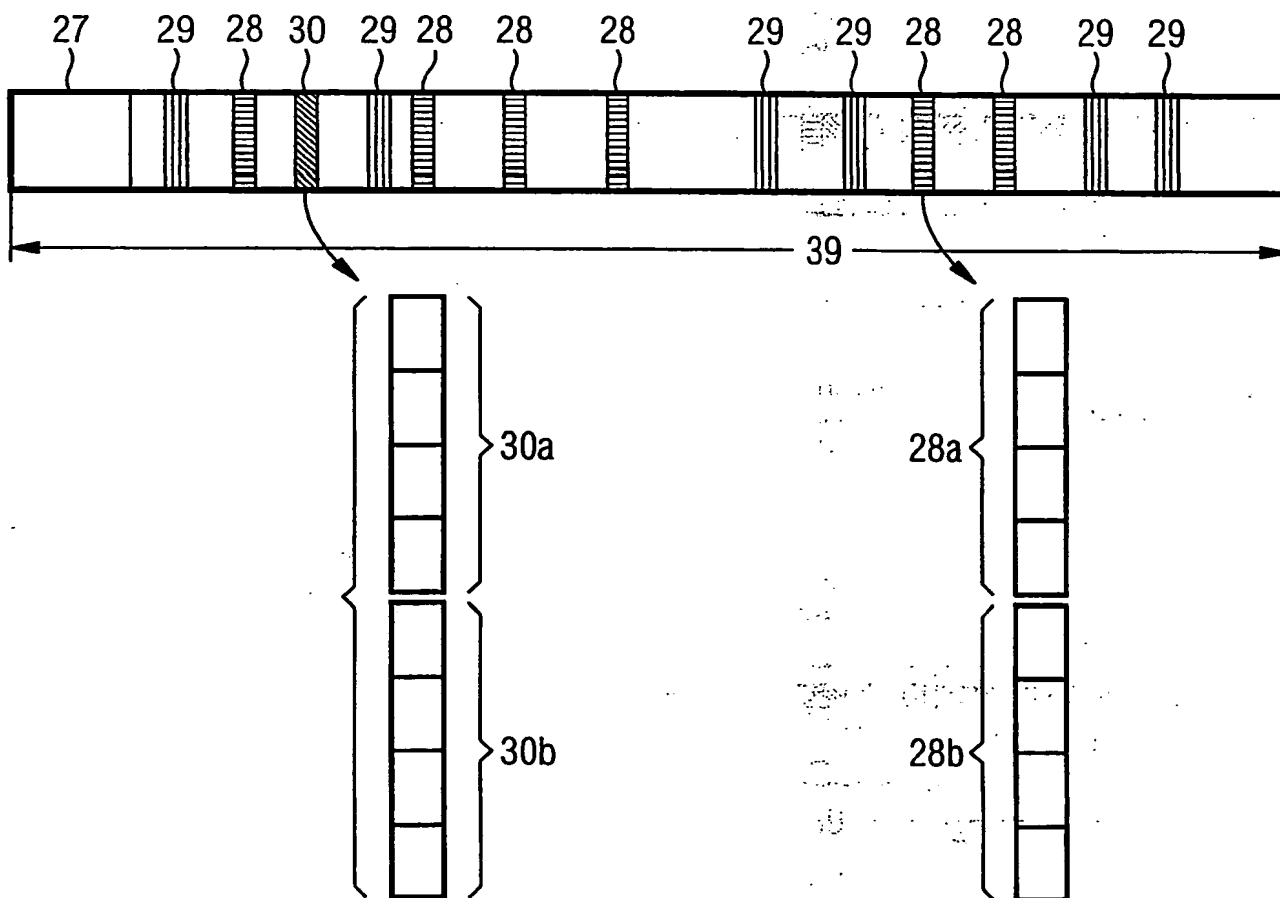


FIG 8

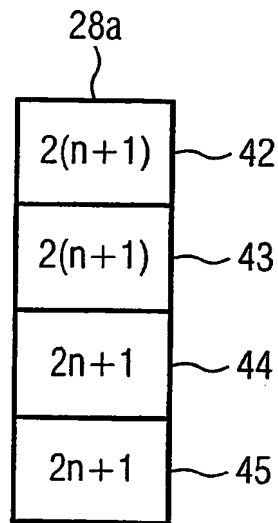
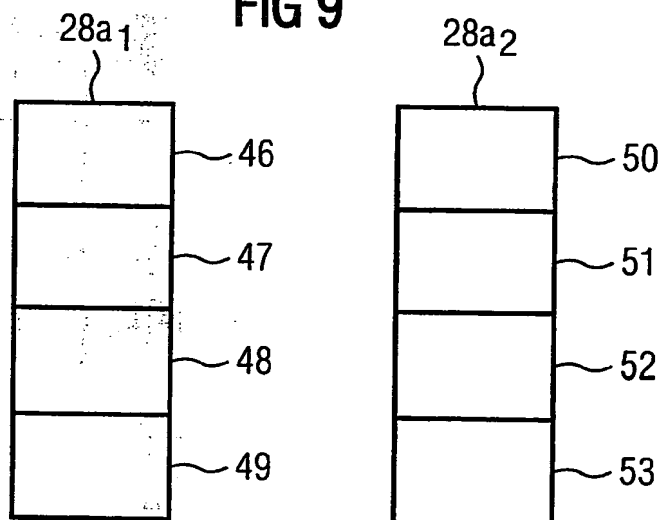


FIG 9



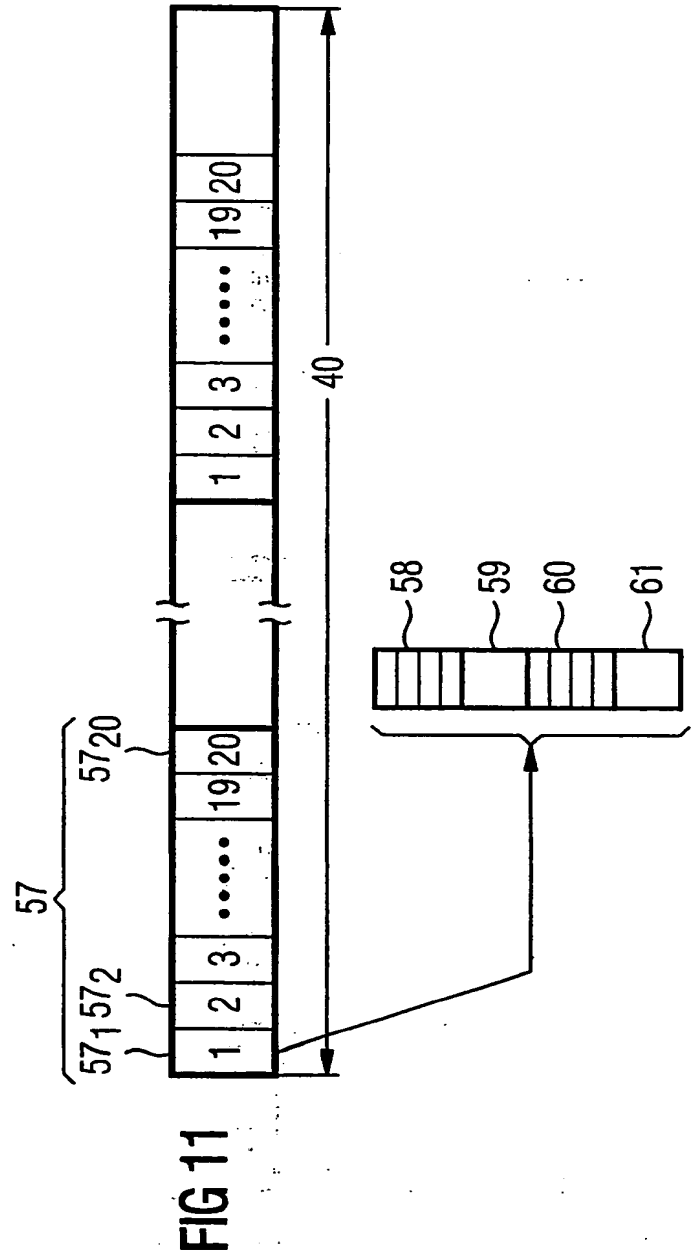
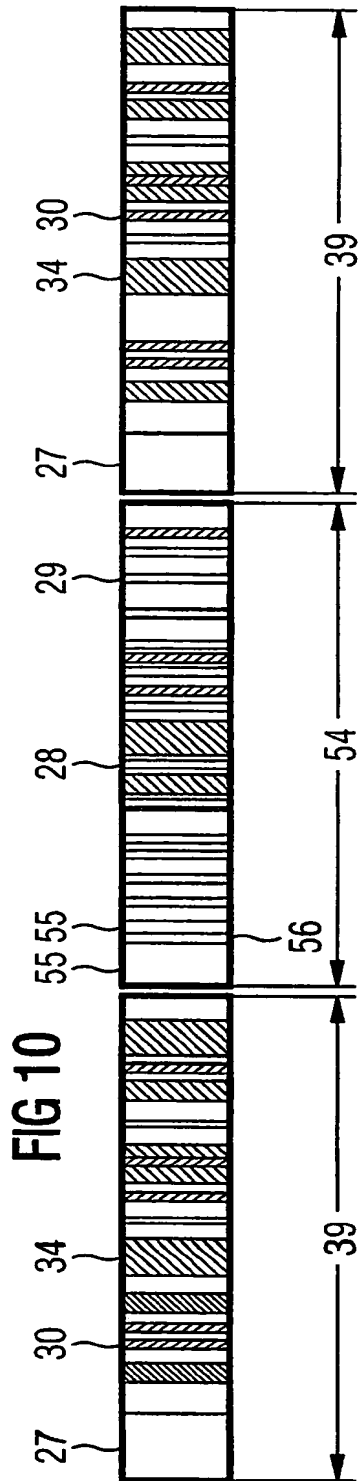


FIG 12

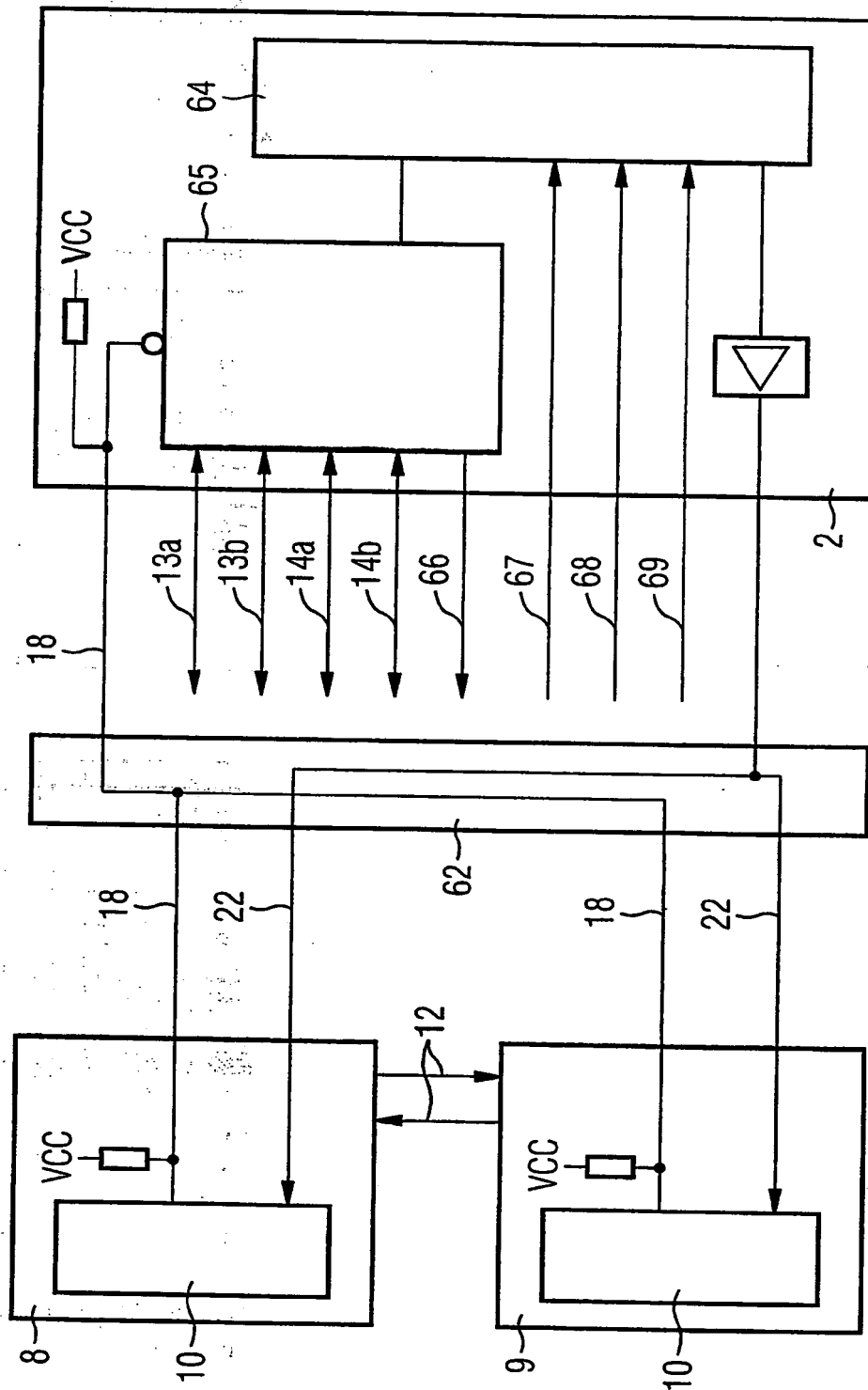


FIG 13

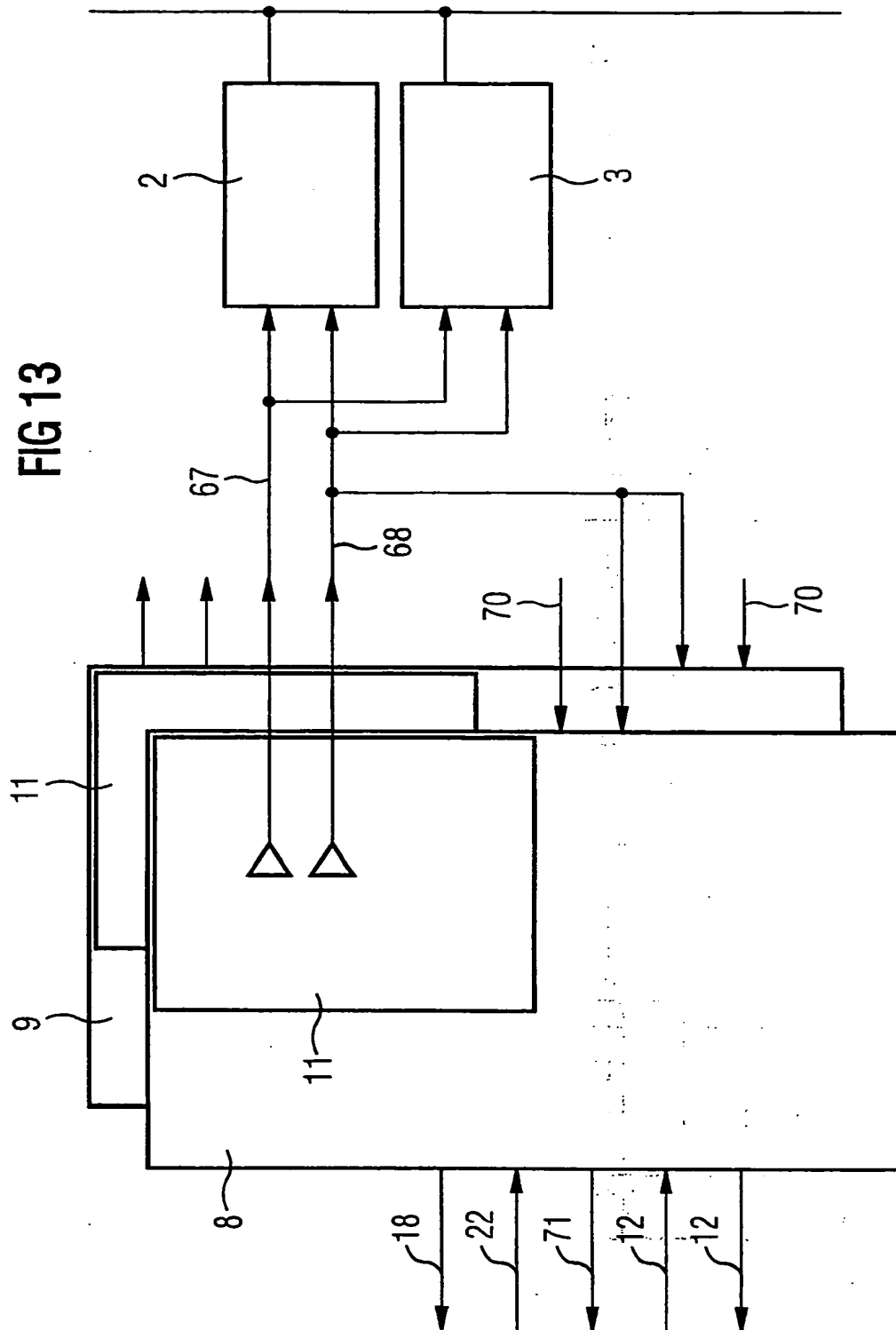
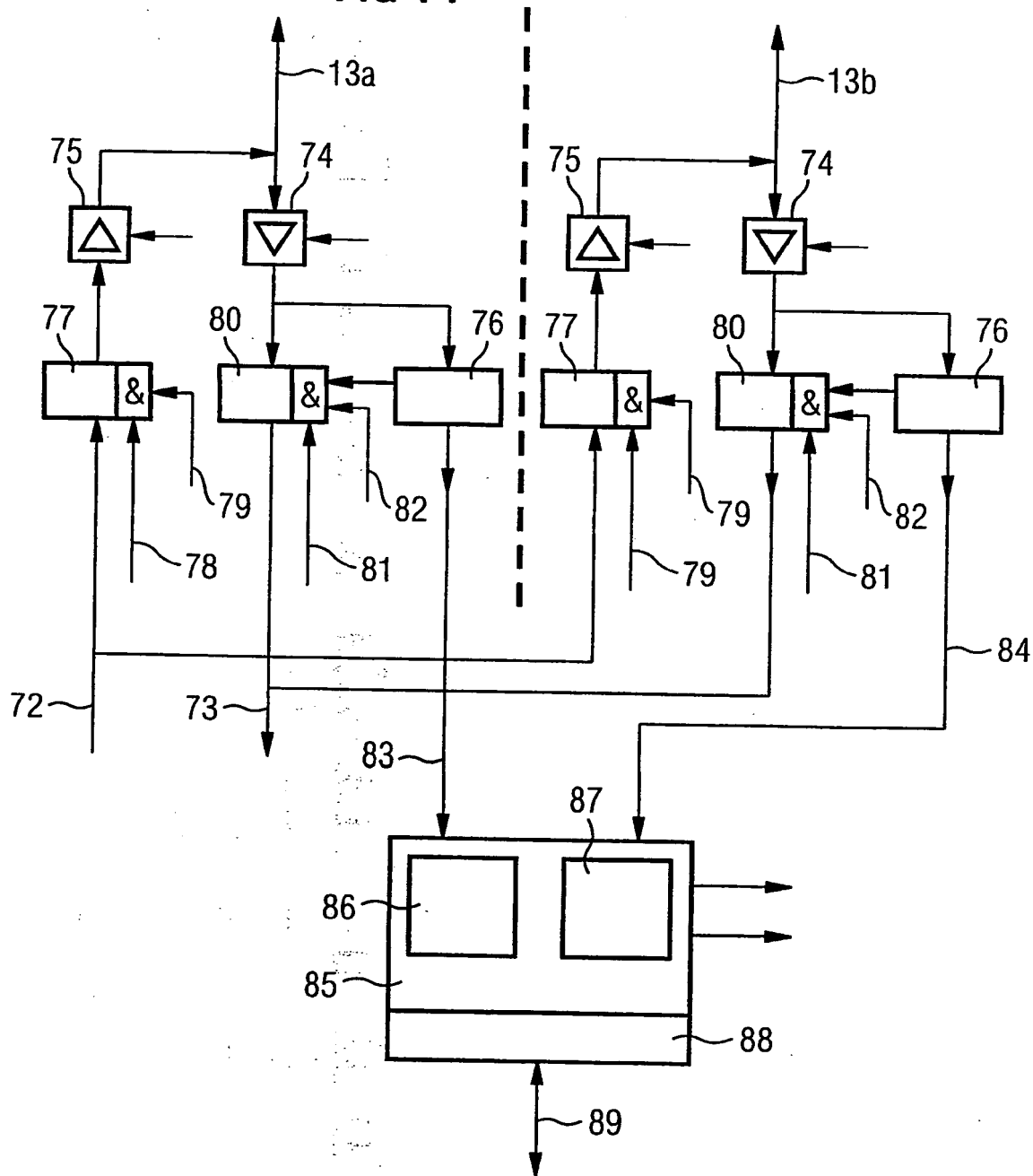


FIG 14



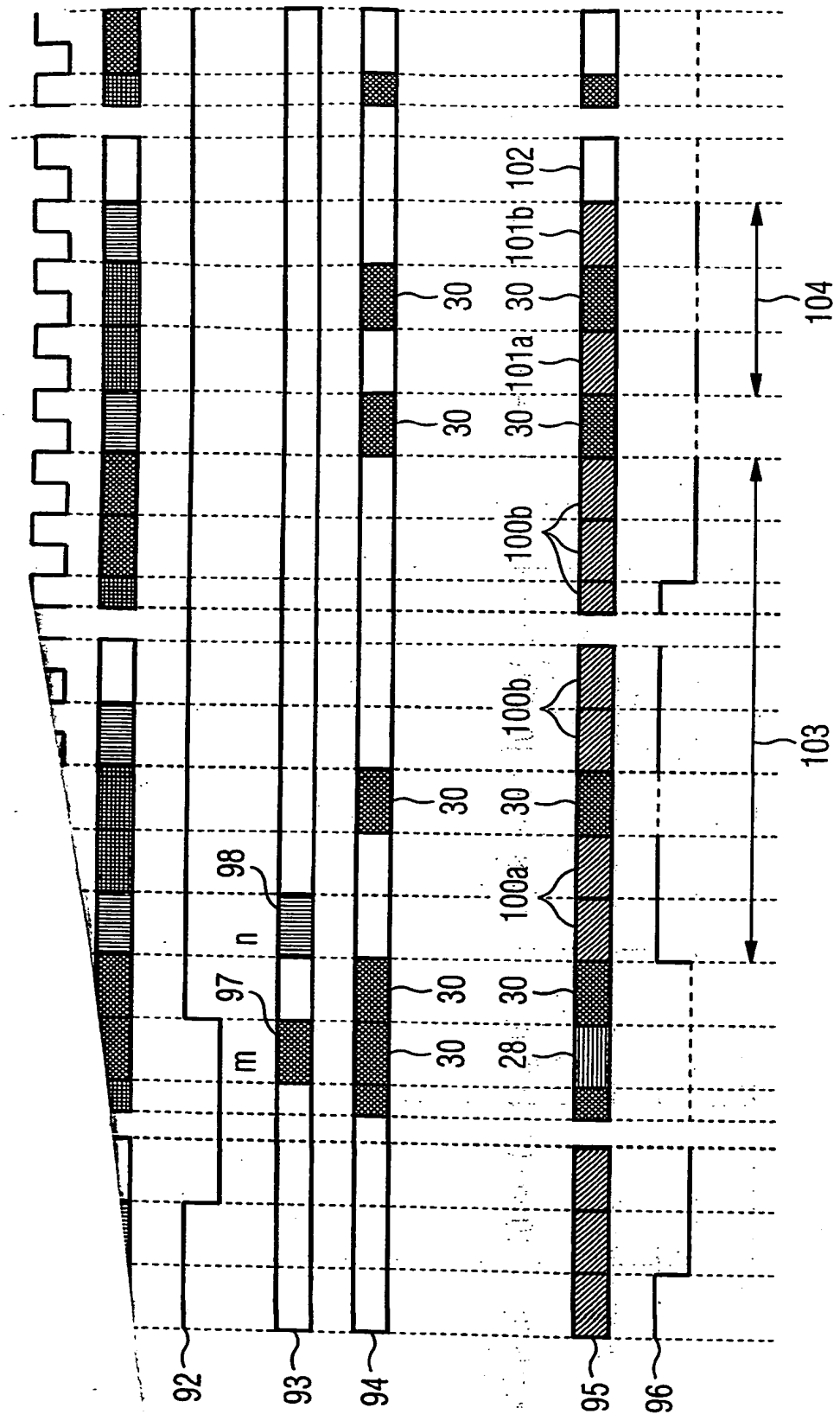


FIG 16

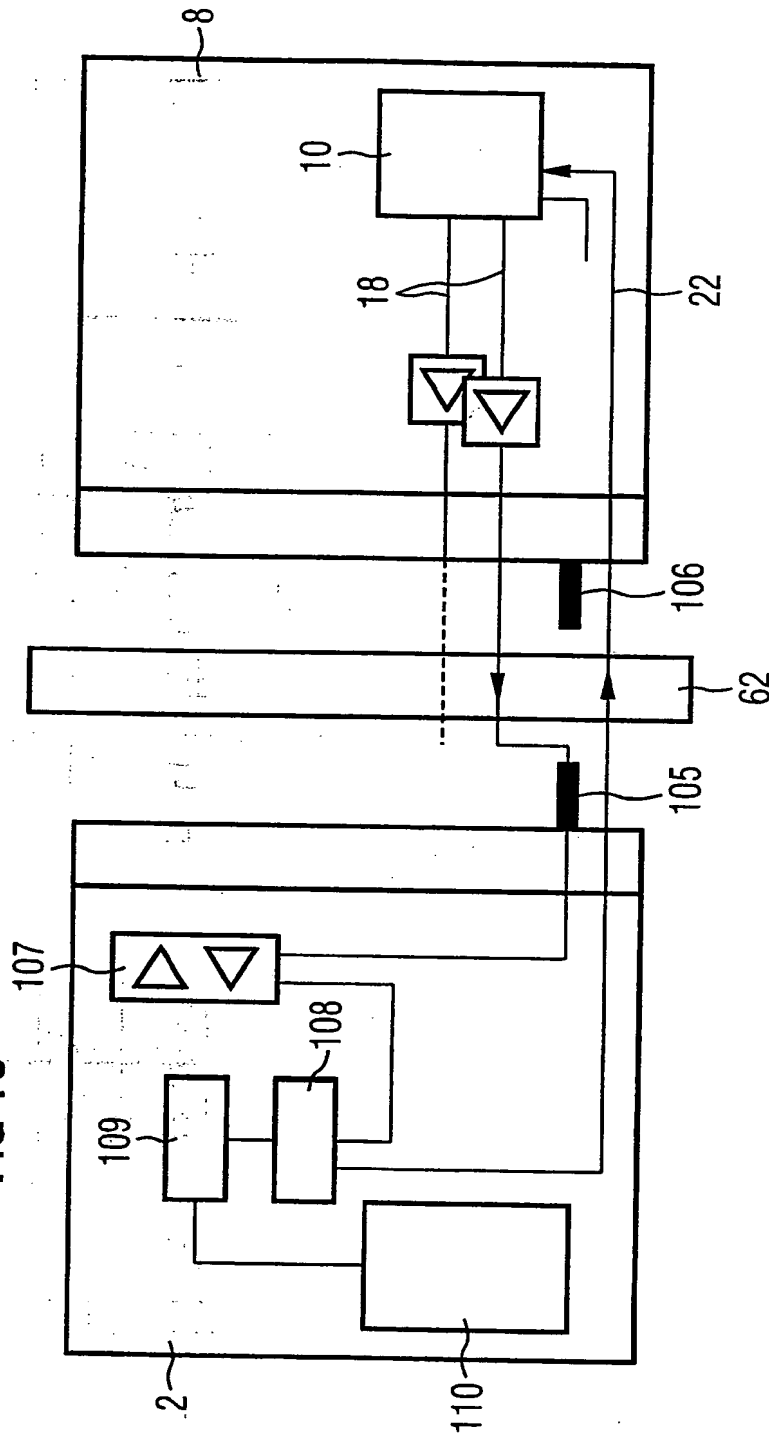
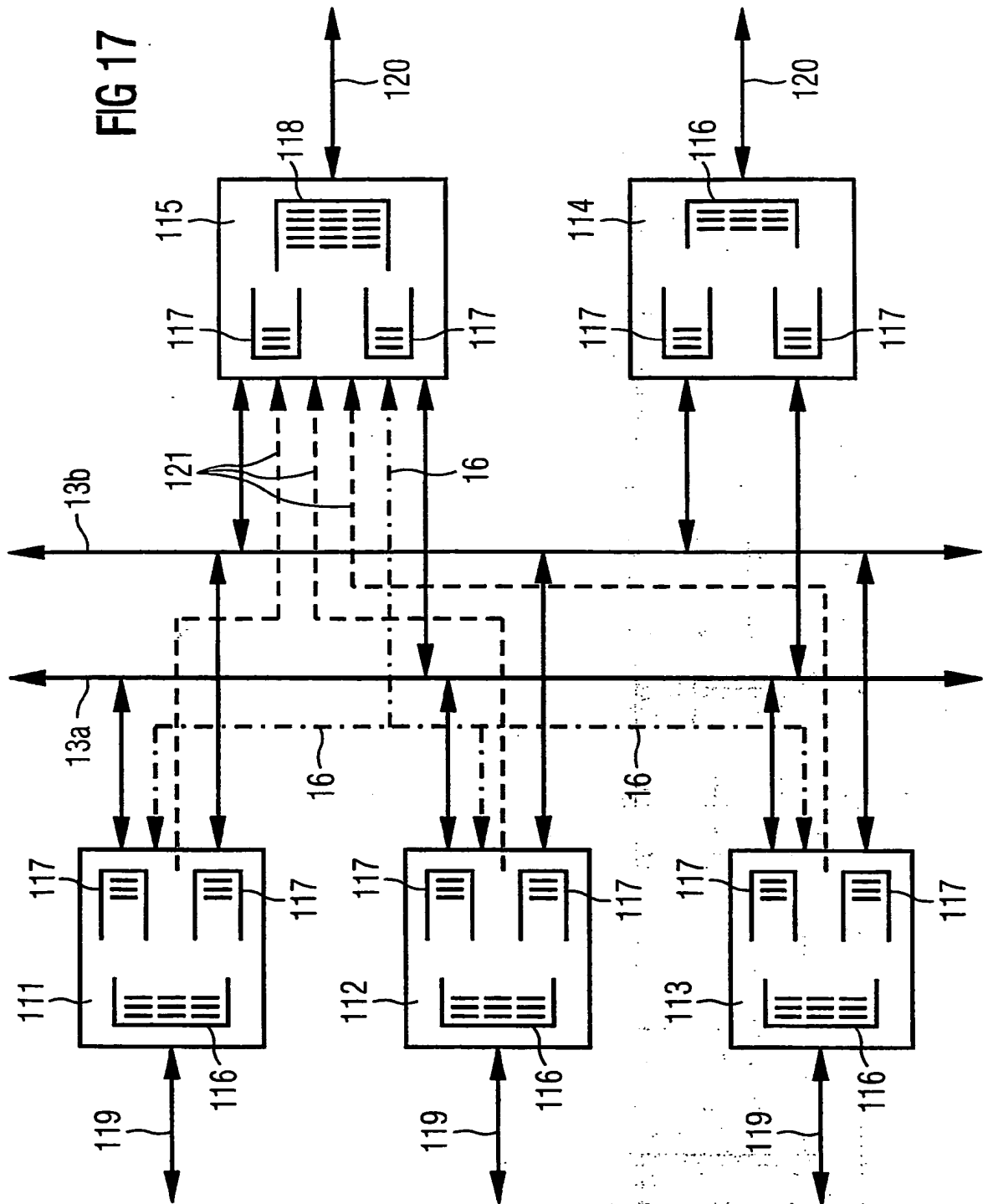


FIG 17



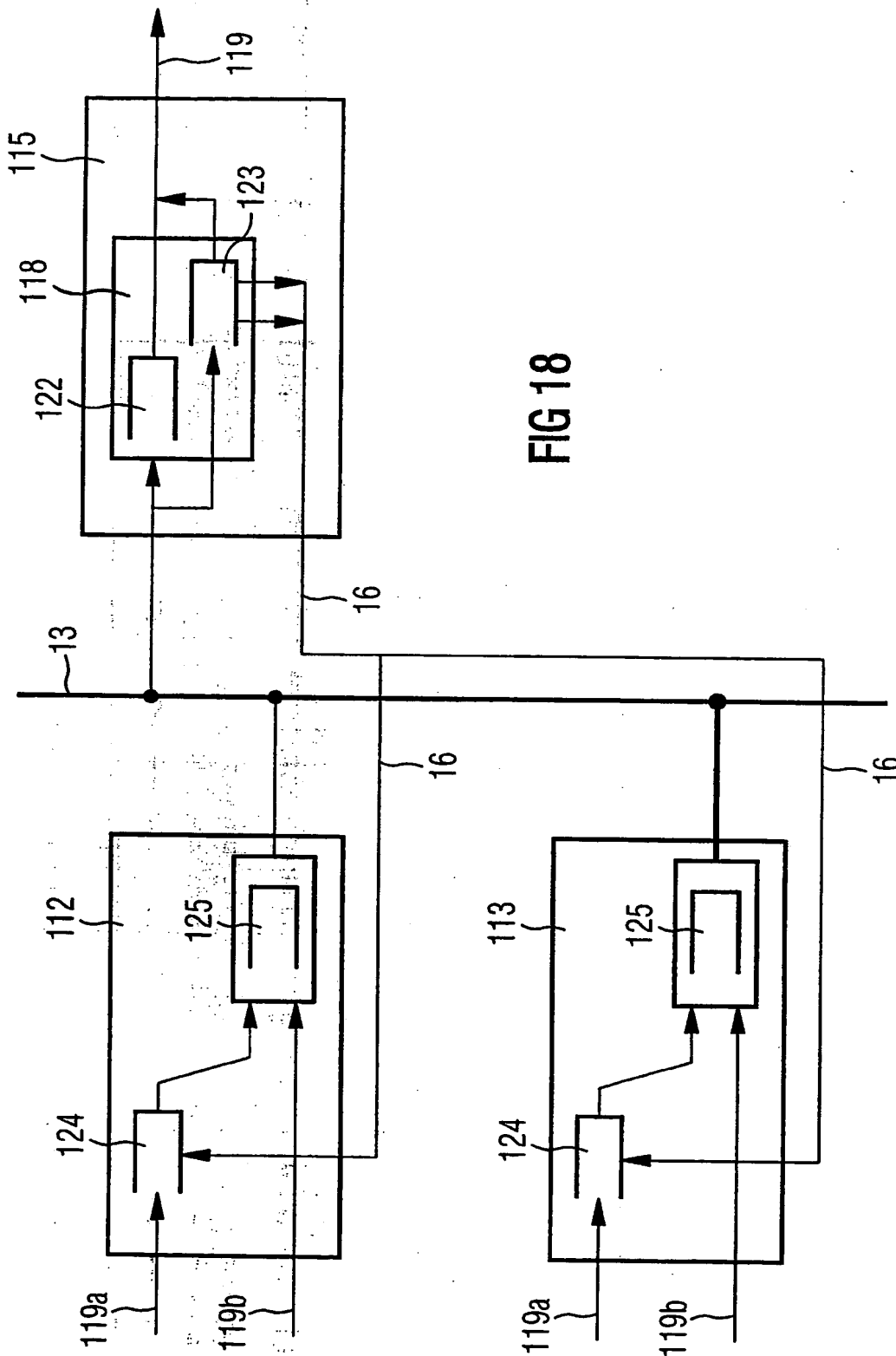


FIG 18